

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Optimalizace skladového hospodářství hutního materiálu

Optimization of Warehouse Management of Metallurgical  
Material

Student:

Bc. Vojtěch Mlčák

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Vojtěch Mlčák**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 10 Technologický management  
Téma: **Optimalizace skladového hospodářství hutního materiálu**  
**Optimization of Warehouse Management of Metallurgical Material**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu skladování hutního materiálu, manipulací s materiálem, systémových transakcí apod.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků na skladování hutního materiálu.
4. Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

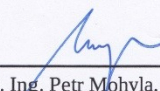
Seznam doporučené odborné literatury:

EMMETT, Stuart. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1828-3.  
HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 4. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-214-3607-7.  
LENORT, Radim. *Průmyslová logistika*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2584-7.  
NOVÁK, Josef a KONEČNÝ, Miloslav. *Logistika v průmyslovém podniku: učební text*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2675-2.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 12.12.2014  
Datum odevzdání: 18.05.2015

  
doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....18.5.2015.....

.....*Vojtěch Mělník*.....

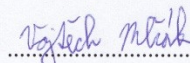
podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 18.5.2015.....

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Vojtěch Mlčák

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Gen. Píky 299/10A Olomouc, Řepčín 779 00

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

MLČÁK, V. *Optimalizace skladového hospodářství hutního materiálu*: diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, s. 66. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

Diplomová práce se zabývá optimalizací skladového hospodářství ve společnosti ROSTRA s. r. o. V úvodu práce jsou popsány základní pojmy a teoretická východiska týkající se dané problematiky. Cílem práce je navrhnout optimalizační opatření, která povedou ke zlepšení stavu skladování hutního materiálu ve společnosti ROSTRA s. r. o. Na základě analýzy současného stavu skladování hutního materiálu bylo navrženo pět optimalizačních opatření. Ve finální části práce byl předložen očekávaný přínos navržených optimalizačních opatření.

## ANNOTATION OF THESIS

MLČÁK, V. *Optimization of Warehouse Management of Metallurgical Material*: Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, p. 66. Head: Šajdlerová, I.

The aim of the thesis is the optimization of Warehouse Management of Metallurgical Material in the company ROSTRA Ltd. At the beginning of the thesis basic terminology and theory is described. The main goal of the thesis is to propose possible solutions, designed to improve the metallurgical material warehouse management in the company ROSTRA Ltd. Based on the analysis of the current situation five optimization solutions were designed. In the final part of the thesis assumed benefits of suggested solutions were described.

## Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>8</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Obecná charakteristika řešené problematiky</b> .....	<b>10</b>
1.1 Výrobní systém a výroba .....	10
1.2 Skladovací systémy.....	10
1.2.1 Funkce skladu .....	11
1.2.2 Členění skladů podle jejich konstrukce .....	12
1.2.3 Způsoby uskladnění materiálu .....	12
1.2.4 Skladování v regálech.....	13
1.3 Zásoby.....	15
1.3.1 Druhy zásob .....	15
1.4 Logistika ve skladování .....	17
1.5 Doba obratu zásob materiálu .....	17
1.6 Klasifikace ABC .....	18
1.7 Skladování a manipulace hutního materiálu .....	19
1.7.1 Skladování svitků .....	20
1.8 Stanovení koeficientu významnosti .....	20
<b>2 Analýza současného stavu</b> .....	<b>23</b>
2.1 Charakteristika firmy .....	23
2.2 Uspořádání výrobních prostor lisovny a skladovacích prostor.....	25
2.3 Materiálové hospodářství.....	26
2.3.1 Značení hutního materiálu .....	27
2.3.2 Příjem nového materiálu.....	28
2.3.3 Příprava materiálu do výroby .....	29
2.3.4 Odepisování spotřebovaného materiálu z ISSL .....	29
2.3.5 Zodpovědnost za úkony v procesu skladování .....	31
2.4 Analýza sortimentu skladovaného hutního materiálu.....	32
2.4.1 ABC analýza.....	32
2.4.2 Obrátka zásob .....	33
2.5 Systém ukládání materiálu ve skladu.....	34
2.5.1 Povětrnostní vlivy působící na uskladněný materiál .....	35
<b>3 Problémy při skladování hutního materiálu</b> .....	<b>37</b>
<b>4 Opatření k optimalizaci skladování hutního materiálu</b> .....	<b>38</b>
4.1 Návrh nového způsobu skladování .....	38

4.1.1	Určení parametrů regálů .....	38
4.1.2	Šířka regálové buňky .....	39
4.1.3	Nosnost regálové buňky .....	40
4.1.4	Výška regálové buňky .....	41
4.1.5	Návrh parametrů regálů .....	42
4.1.6	Výběr dodavatele regálů .....	43
4.2	Stavební úpravy skladu hutního materiálu.....	44
4.2.1	Úprava profilu podlahy.....	44
4.2.2	Uzavření skladu ze čtyř stran .....	45
4.3	Přesun materiálu z provizorního skladu do přístřešku lisovny .....	45
4.3.1	Manipulace s materiálem ve skladu .....	46
4.4	Úprava evidence hutního materiálu .....	46
4.4.1	Návrh tabulky pro evidenci hutního materiálu ve skladu.....	47
4.4.2	Návrh postupu naskladňování nového materiálu .....	47
4.4.3	Příprava materiálu pro výrobu .....	48
4.4.4	Návrh postupu odepisování materiálu ze systému .....	48
4.5	Význam optimalizačních opatření .....	49
<b>5</b>	<b>Očekávaný přínos navržených optimalizačních opatření .....</b>	<b>52</b>
	<b>Závěr.....</b>	<b>55</b>
	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>56</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>58</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>60</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>61</b>

## Seznam použitých zkratek

B – objednáací úroveň

$B_0$  – bod objednávky

$B_j$  – koeficient významnosti

FIFO – systém řízení pohybu materiálu

HV – hromadná výroba

ISSL – informační systém syteline

JL – jižní loď

ks – kusy

m – počet hodnotících kritérií

N – počet kombinací

OTK – oddělení technické kontroly

p – počet expertů

P – přístřešek

Q – velikost zásoby

s.r.o. – společnost s ručením omezeným

SL – severní loď

$t_{\text{cykl}}$  – doba mezi dvěma dodávkami

$t_L$  – dodací lhůta

VP – výrobní příkaz

$Z_{\text{prům}}$  – průměrná zásoba

$\gamma_{kj}$  – počet bodů přiřazených k-tým expertem j-tému kritériu



## Úvod

V podmínkách konkurenčního prostředí na strojírenském trhu je v zájmu každé dynamicky se rozvíjející firmy rozšiřovat obchodní vztahy se stávajícími zákazníky i získávat zákazníky nové. Tato snaha vyžaduje neustálé zefektivňování výrobních i nevýrobních procesů.

Předkládaná diplomová práce se zabývá optimalizací skladového hospodářství v nástrojárně a lisovně ROSTRA s.r.o. S narůstajícím počtem zakázek ve firmě ROSTRA s.r.o. se zvyšují nároky na proces řízení výroby, což vyžaduje neustálé zlepšování výrobních procesů. S tím souvisí i zkvalitňování skladového hospodářství hutního materiálu ve firmě, které vytváří potenciál k úsporám výrobních nákladů.

Záměrem firmy ROSTRA s.r.o. je neustále zvyšovat svoji konkurenceschopnost a hledat rezervy ve výrobním procesu, což přispělo k vytvoření podmínek pro realizaci této diplomové práce.

Cílem diplomové práce je analyzovat současný stav skladování hutního materiálu, odhalit a pojmenovat problémové oblasti a navrhnout optimalizační opatření, která povedou ke zlepšení skladování ve společnosti ROSTRA s.r.o.

# **1 Obecná charakteristika řešené problematiky**

## **1.1 Výrobní systém a výroba**

Výrobní systém se skládá z jednotlivých podsystémů a cílem výrobního systému je výroba; je ovlivňován řadou aspektů, např. rozsahem a složitostí výroby, stupněm automatizace, organizační strukturou, způsobem řízení apod., ale i mnoha vnějšími vlivy. [1]

Výroba je definována jako transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou. Jako statky jsou v ekonomii označovány fyzické komodity (věci vyráběné pro spotřebu), které kladně přispívají k ekonomickému blahobytu. [2]

Výrobní faktory (též výrobní zdroje) používané v procesu výroby obvykle rozdělujeme do čtyř hlavních skupin:

- Přírodní zdroje (půda).
- Práce.
- Kapitál.
- Informace.[2]

Podle počtu vyráběných kusů můžeme výrobu rozdělit na tři skupiny – výroba hromadná, sériová a kusová. Hromadná výroba je charakteristická výrobou velkého množství jednoho nebo několika standardizovaných produktů. Pracovníci jsou většinou úzce specializovaní, není potřeba jejich vysoká kvalifikace. Sériová výroba představuje výrobu většího množství výrobků stejného druhu. Výroba probíhá v tzv. výrobních dávkách, sériích. Kusová výroba představuje výrobu velkého počtu druhů různých výrobků v jednom nebo několika málo kusech. Pracovníci musí být vysoce kvalifikovaní. [1]

## **1.2 Skladovací systémy**

Skladové hospodářství hraje důležitou roli v efektivním řízení logistického řetězce jak v průběhu výroby, tak při distribuci hotových výrobků. [3] Ve skladových zásobách jsou alokovány značné finanční prostředky, které by mohly na jiných úsecích přinést zisk. Proto by mělo být naším cílem tyto zásoby snižovat a zvyšovat jejich obrat. [4]

Jednou z metod řízení skladu je metoda **FIFO** (First In First Out). Jedná se o univerzální metodu řízení, organizování, manipulace a prioritizace pohybu skladovaného materiálu. [5] V praxi tato metoda znamená uvolňování materiálu a polotovarů ze skladu v pořadí, v jakém do skladu přišly, tzn. materiál, který je ve skladu nejdéle, je spotřebován jako první.

### 1.2.1 Funkce skladu

„Sklad je objekt, článek logistického řetězce, popřípadě prostor používaný ke skladování, vybavený skladovací technikou a zařízením. Sklad poskytuje managementu informace o podmínkách a rozmístění skladovaných produktů.“ [4]

Skladová technologie je souhrnem zařízení a opatření, zajišťujících vhodné uložení zásob a umožňující pohotovou expedici v žádaném sortimentu a kvalitě. Funkce skladu je schopnost přijímat zásoby, uchovávat, popřípadě vytvářet nebo dotvářet jejich užitné hodnoty, vydávat požadované zásoby a provádět potřebné skladové manipulace. [4]

Hlavní funkce skladování jsou:

- **Vyrovňovací funkce** – vzniká při vzájemně odchýlném materiálovém toku a materiálové potřebě z hlediska množství, kvality nebo z hlediska časových termínů.
- **Zabezpečovací funkce** – vyplývá z nepředvídatelných rizik během výrobního procesu a z kolísání potřeb na odbytových trzích a z časových posunů dodávek na zásobovacích trzích.
- **Kompletační funkce** – zajišťuje tvorbu sortimentu pro obchod nebo pro výrobu podle požadavků prodeje nebo dílen.
- **Spekulační funkce** – spočívá v jakostní změně uskladněných druhů sortimentu (stárnutí, kvašení, zrání, sušení).
- **Racionalizační funkce** – vytváří úspory ve výrobě, v přepravě, při větším nákupu jsou poskytovány množstevní slevy.
- **Informační funkce** – zabezpečuje skladové informace, které jsou podkladem k doplňování zboží a k vyřízení došlých objednávek.
- **Ekologická funkce** – představuje dočasné uskladnění materiálů, které mají být zlikvidovány nebo recyklovány. [4]

Základní činnosti v procesu skladování:

- **Příjem zboží** – fyzické vyložení či vybalení zboží z dopravního prostředku, aktualizaci skladových záznamů, kontrolu stavu zboží a kontrola fyzického počtu položek s údaji na původní dokumentaci.
- **Transfer nebo ukládání zboží** – fyzický přesun produktů do skladu a jejich uskladnění, přesuny do oblasti speciálních služeb například konsolidace a přesuny produktů do místa výstupní expedice.
- **překládka zboží** – cross-docking obchází funkci uskladnění produktu. Zboží se překládá z místa příjmu do místa expedice. Dodávky vyžadují přesnou koordinaci činností.
- **Odesílání – expedice zboží** – zabalení zásilek a jejich naložení do dopravního prostředku. [4]

### 1.2.2 Členění skladů podle jejich konstrukce

- **Uzavřené sklady** – jsou uzavřené ze všech čtyř stran.
- **Kryté sklady** – mají střechu a jednu až tři stěny, nemají čtyři stěny. Skladuje se zde zboží, které nevyžaduje zvláštní úpravu teploty.
- **Otevřené sklady** – volné skladování zboží na vyhrazené ploše.
- **Halové sklady** – jsou jednopodlažní sklady o výšce 5 – 8 m.
- **Etážové sklady** – skladová kapacita je rozložena do dvou či více podlaží.

### 1.2.3 Způsoby uskladnění materiálu

Způsob uskladnění materiálu má značný vliv na uchování jeho kvality, dále také na rychlost odběru a tím i na celkovou produktivitu práce. Faktory ovlivňující způsob uložení materiálu:

- Druh skladu a jeho provozní organizace.
- Vlastnosti skladovaného materiálu, které určují délku jeho skladování, možnosti paletizace a stohování, balení a způsobu ukládání volně nebo do regálů.

- Hmotnost a objem materiálu, což rozhoduje o uložení v prostoru – velká hmotnost materiálu neumožňuje jeho uskladnění ve vrstvách, ani v regálech s malou nosností. Objemné a těžké materiály se umísťují ve spodních regálových příčkách, aby jejich odběr byl co možná nejméně namáhavý.
- Četnost odběru materiálu – nejžádanější materiál je třeba uložit co nejblíže k expedici.
- Způsob manipulace s materiálem. Při malé mechanizaci je možné sklad využít jen v plošném rozsahu, zatímco při použití vysokozdvížných vozíků je možné vrstvení do větších výšek.
- Rozmístění a uspořádání materiálu ve skladu – pevné, záměnné nebo kombinované. [4]

#### **Rozlišujeme různé způsoby uskladnění materiálu:**

- 1) **Volné uskladnění** – materiál uložen bez obalu (uhlí, písek) nebo se používá u výrobků, u kterých by byl jiný způsob uložení příliš nákladný (odlitky, výkovky nebo stroje).
- 2) **Stohování** – uložení na volném prostranství bez regálů. Tento způsob uskladnění je založen na manipulaci s paletizovaným materiálem za pomoci vysokozdvížného vozíku. Palety s materiálem jsou vrstveny na sebe. Výhodou je větší využití skladové plochy a prostoru, přehled o uloženém materiálu a nízké provozní náklady. Nevýhodou je nemožnost přístupu ke spodním vrstvám materiálu.
- 3) **Uskladnění v regálech** – cílem tohoto uložení je mimo jiné lehká dostupnost materiálu. Manipulace se zajišťuje ručně, vysokozdvížnými vozíky nebo zakladači. Uskladnění v regálech je podrobněji vysvětleno v podkapitole 1.2.4, jelikož je tento typ skladování využit v praktické části diplomové práce.

#### **1.2.4 Skladování v regálech**

Skladové regály nám ve skladu umožňují zavádět mechanizaci skladových prací. Druh, konstrukce a výše regálů se volí na základě velikosti, rozměrů, druhu břemene a obrátkovosti zásob. Do regálů mohou být umístěny jednotlivé kusy zboží, krabice nebo palety. [4]



Regály musí být uloženy na pevném základu, aby byla zajištěna jejich stabilita. Výhodou tohoto způsobu uskladnění je přehlednost a přístupnost všech skladovacích míst. Konstrukce regálu se skládá z regálových buněk pro uložení manipulačních jednotek. [4] Velikosti regálových buněk se přizpůsobují velikosti manipulačních jednotek. Kvůli úspoře skladovacího prostoru se individuálně upravují rozměry skladovacích buněk podle toho, jak si to vyžadují jednotlivé technologické skupiny materiálů nebo normalizované palety.

Pro ukládání materiálu v regálech lze využít jeden z následujících tří postupů:

- **Pevné uložení materiálu** – jednotlivé položky mají vždy stejné místo v zóně skladu i skladové buňce. Tento způsob ukládání neumožňuje dostatečně využívat skladové buňky, protože v průběhu skladování se pohybuje zásoba materiálu od maximálního stavu až po pojistnou zásobu.
- **Záměnné uložení materiálu** – jedná se o ukládání do kterékoliv volné buňky, a to buď v celé zóně skladu nebo v její části. Tento způsob klade nároky na organizační zabezpečení a na znalosti místa uložení každé manipulační jednotky.
- **Kombinované uložení materiálu** – je založeno na rozložení materiálu na aktivní část (rychloobrátkový sortiment), který je uložen na pevném místě zóny skladu a na rezervní část, která je uložena záměnným systémem. Výhoda je v tom, že jsou vytvořeny podmínky pro vybavení aktivní části zóny skladu vysoce účinnými manipulačními prostředky a zařízením.

#### **Výhody uskladnění v regálech:**

- Střední využití plochy a prostoru.
- Vysoká schopnost přizpůsobení na měnící se strukturu sortimentu.
- Možnost mechanizace a automatizace.
- Přímý přístup ke všem druhům skladovaného sortimentu.
- Dobrá kontrola stavu zásob.
- Střední rozsah investic.

#### **Nevýhody uskladnění v regálech:**

- Možnost poruch při vyšším stupni automatizace.
- Požaduje se tvorba ložných jednotek s optimálním využitím prostoru. [4]

### 1.3 Zásoby

Za zásoby jsou považovány suroviny, materiál rozpracovaný do různého stupně (nedokončená výroba) nebo hotové výrobky uložené na skladě, které jsou v podniku používány k výrobním účelům, ale dosud ve své finální, požadované podobě nebyly předány odběrateli nebo spotřebovány ve výrobním procesu.

Zásoby se mohou vyskytovat v těchto podobách:

- Suroviny.
- Materiál.
- Součástky.
- Polotovary, podsestavy.
- Hotové výrobky.

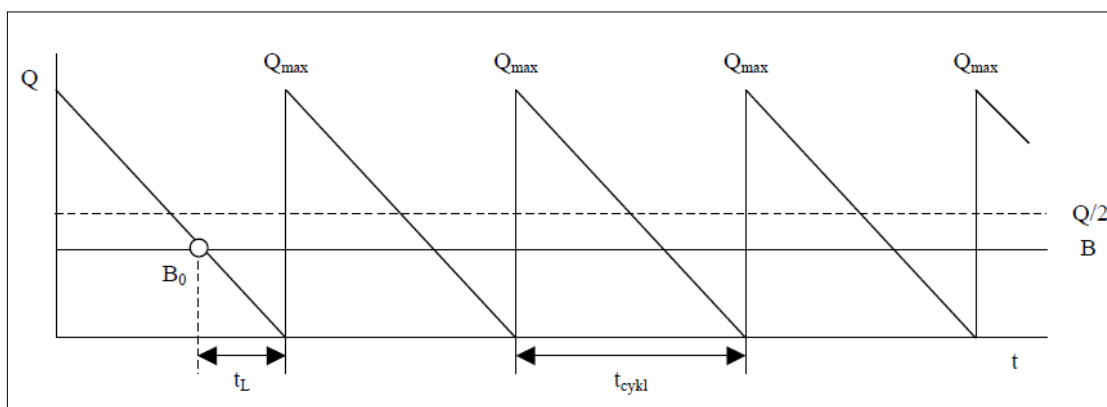
Zásoby můžeme najít na různých místech materiálového toku. Nemůžeme sledovat pouze ty zásoby, které jsou uloženy ve skladu, ale je nutné sledovat i nedokončenou výrobu. [4]

#### 1.3.1 Druhy zásob

Podle funkce zásob v logistickém řetězci rozlišujeme tyto druhy zásob:

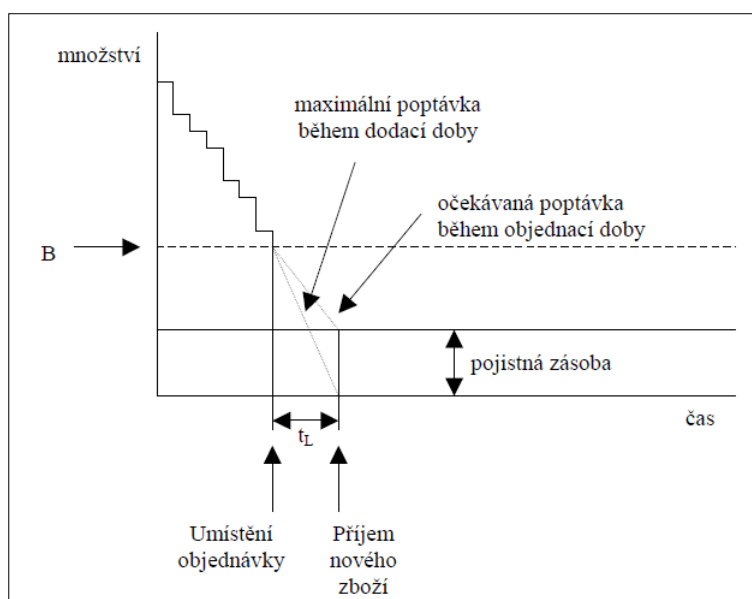
- **Běžná zásoba** – kryje po určitou dobu průměrnou spotřebu. Výhodnější je objednávat výrobky po určitých dávkách než po jednotlivých kusech. Objednávání po dávkách umožňuje dosáhnouti množstevní slevy. Manipulace s materiálem po dávkách je ekonomičtější a přináší i úsporu administrativních nákladů.

Model běžné zásoby (viz Obrázek 1) – vychází ze zjednodušení. V okamžiku dodání dodávky je úroveň zásoby nejvyšší ( $Q$ ) a následně se rovnoměrně snižuje až na nulu. V tomto okamžiku bychom měli dostat novou dodávku ( $Q$ ). Maximální výše zásob je rovna dodávce a minimální je rovna nule. Průměrná zásoba ( $Z_{\text{prům}}$ ) je rovna aritmetickému průměru obou těchto hodnot.  $B_0$  značí bod objednávky,  $B$  = objednávací úroveň,  $t_L$  = dodací lhůta,  $t_{\text{cykl}}$  = doba mezi dvěma dodávkami.



Obrázek 1: Základní model zásob [4]

- **Pojistná zásoba ( $Z_{\text{poj}}$ )** – má za úkol vyrovnávat výkyvy v poptávce a v kolísání dodací lhůty v období, kdy zásoba již klesla pod objednací úroveň ( $B$ ), viz Obrázek 2. Je potřeba si uvědomit, že vysoká pojistná zásoba znamená vysokou úroveň dodavatelských služeb, na druhou stranu zvyšuje náklady na držení zásob.



Obrázek 2: Pojistná zásoba [4]

Rozlišujeme čtyři modely pojistné zásoby, které vycházejí z těchto předpokladů:

- 1) Spotřeba ani dodací lhůta nekolísá, oba faktory jsou konstantní, není nutná  $Z_{\text{poj}}$ .
- 2) Spotřeba kolísá, dodací lhůta je konstantní.
- 3) Spotřeba je konstantní, dodací lhůta kolísá.
- 4) Kolísá spotřeba i dodací lhůta.

Nejčastěji se používá model 2), kdy se předpokládá kolísání pouze u spotřeby.

- **Technologická zásoba** – nedokončená výroba – materiál ve výrobním procesu, nebo čekající v dílně v různém stupni rozpracovanosti. [4]

## 1.4 Logistika ve skladování

Průmyslová logistika hraje důležitou roli při poskytování konkurenční výhody na trhu. Průmyslové logistické systémy jsou založeny na různých zdrojích jako jsou lidé, organizace, technologie, zahrnující informační technologie, systémy pro řízení zakázek. [6]

Přeprava, skladování a manipulace zaměstnává v podniku až 25 % pracovníků, zabírá 55 % ploch a tvoří až 87 % času, po který materiál setrvává v podniku. Tyto činnosti tvoří někdy 15 až 70 % celkových nákladů na výrobek a ovlivňují i kvalitu výrobku. 3 až 5 % materiálu se může znehodnotit nesprávnou dopravou, manipulací a skladováním. Uvedená čísla ukazují, že přeprava skladování a manipulace v logistice se stává významným konkurenčním faktorem. Příklady plýtvání v logistice skladování jsou:

- Zásoby, nadbytečný materiál a komponenty – materiál je dodáván příliš brzy, anebo je ho příliš mnoho, příčina je v nepřesné dokumentaci, v chybách plánovacího systému nebo dodavatele.
- Zbytečná manipulace – zbytečné přesuny materiálu, přesklazení, přeprava.
- Čekání na součástky, materiál, informace nebo dopravní prostředky.
- Opravování poruch – odstraňování poruch v logistickém systému – dopravní a manipulační systém, informační systém.
- Chyby – příprava materiálu a komponentů v nesprávném množství a čase.
- Nevyužité přepravní kapacity.
- Nevyužité schopnosti pracovníků. [7]

## 1.5 Doba obratu zásob materiálu

Jedná se o dobu, za kterou zásoby projdou jednotlivými fázemi koloběhu až po přeměnu v tržby. Každé zrychlení obrátky zásob vede ke snížení výdajů na provozní činnosti. Rychlost obratu zásob se vyjadřuje ukazateli obrátka a doba obratu.

- Obrátka zásob – vyjadřuje počet obrátů zásoby za rok. Vypočet obrátky zásob:

$$\text{Obrátka zásob} = \frac{\text{Spotřeba materiálu}}{\text{Průměrná zásoba}} \quad (1.1) [8]$$

- Doba obratu zásoby – se vypočítá jako převrácená hodnota obrátky. Čím je tato doba kratší, tím menší množství zásob (finančních prostředků) je v podniku vázáno. Doba obratu zásoby se vypočítá takto [8]:

$$\text{Doba obratu (ve dnech)} = \frac{360}{\text{Obrátka zásob}} \quad (1.2) [8]$$

## 1.6 Klasifikace ABC

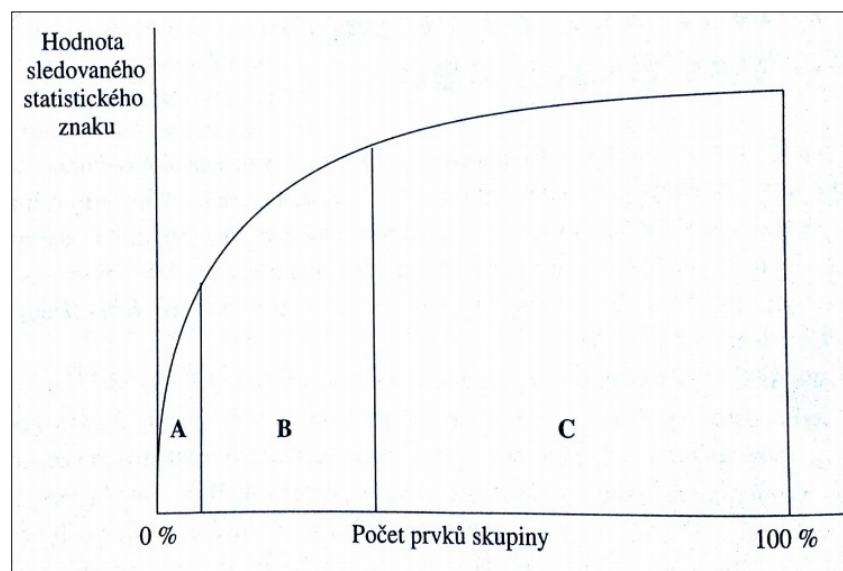
Provedení analýzy výrobků ve vztahu k rychloobrátkovým/pomaloobrátkovým položkám pomocí ABC analýzy je považováno za efektivní racionalizační metodu. Jedná se o klasickou Paretovu analýzu, vycházející z výpočetního odhadu italského ekonoma Pareta, že 80 % majetku spočívá v rukou 20 % obyvatel. Další označení této analýzy je pravidlo 80/20, kde vysoká četnost výskytu v jedné množině proměnných je rovna menší četnosti výskytu v odpovídající druhé množině proměnných.

Příklady pravidla 80/20:

- 80 % všech nákladů na léky čerpá jen 20 % ze všech nemocných občanů.
- 80 % zemědělské výroby je produkováno ve 20 % největších podnicích.
- 80 % celkového obratu skladu tvoří 20 % položek z celkového sortimentu.

Podstata ABC analýzy spočívá v rozčlenění prvků určitého souboru do tří skupin podle míry, jíž se prvky souboru podílejí na celkovém objemu zvoleného kvantitativního znaku. Tyto skupiny bývají označovány písmeny A, B, C. Do skupiny A je zařazen relativně malý počet prvků s vysokým podílem na celkové hodnotě, skupinu B zaujímají položky se střední obrátkovostí, jsou zde tedy zařazeny položky se středním podílem na celkové hodnotě. Skupina C bývá nejpočetnější a jsou zde zařazeny zbývající prvky souboru dat s malým podílem na celkové hodnotě. Grafické znázornění ABC analýzy zobrazuje Obrázek 3.





Obrázek 3: Klasifikace ABC [4]

Rozdělení položek do skupin:

- Skupina A (rychloobrátkové položky) = velký objem, málo řádků.
- Skupina B (položky se střední obrátkovostí) = střední objem, střední počet řádků.
- Skupina C (pomaloobrátkové položky) = malý objem, hodně řádků.

Podstata analýzy spočívá v tom, že jednotlivým skupinám položek je věnována pozornost, která je úměrná jejich podílu na celkové hodnotě zvoleného kvantitativního znaku. [2, 4, 9]

## 1.7 Skladování a manipulace hutního materiálu

Skladování a manipulace hutního materiálu je pro svou pracnost a nákladnost problémem každého strojírenského podniku. Proto je nutné jejich projektování věnovat zvýšenou pozornost.

Hutní materiál je skladován a převážen v takzvaných manipulačních jednotkách, kterými mohou být: svazky, svitky, pakety, přepravní prostředky nebo u rozměrných materiálů tvoří manipulační jednotku přímo jeden kus, například odlitek. Při volbě

manipulační jednotky je ideální ta jednotka, která vyhovuje všem účastníkům dodavatelského řetězce, tedy výrobci, přepravnímu i spotřebiteli.

### 1.7.1 Skladování svitků

Skladováním svitků rozumíme uskladnění skupiny materiálů zahrnujících širokou oblast hutního materiálu jako jsou pásy, dráty nebo plechy. Jejich vnější rozměry jsou obvykle Ø500, 600, 800, 900, 1200 až 1300 mm podle druhu materiálu. Hmotnosti svitků se pohybují od několika desítek kg až po 15 t.

Při manipulaci se svitky je většinou využíván otvor svitku k uchycení břemene C-háky nebo nosnými čepy. Svitky jsou většinou skladovány s osou v horizontální poloze, méně často jsou svitky větších šířek stohovány do takzvaných studní, kdy je osa otvoru svitku v poloze vertikální.

K manipulaci se svitky jsou nejčastěji využívány vysokozdvizné vozíky, mostové jeřáby, speciální stohovací jeřáby a zakladače. [10]

## 1.8 Stanovení koeficientu významnosti

Koeficienty významnosti jsou využívány při vícekritériálním rozhodování. Koeficienty významnosti můžeme vypočítat různými metodami, jako jsou např.:

- Metoda pořadí.
- Metoda známkování.
- Metoda porovnávání v trojúhelníku páru.

Podrobněji se zaměříme na metodu porovnávání v trojúhelníku páru, protože tato metoda je použita v praktické části diplomové práce. [1]

Postup metody porovnávání v trojúhelníku páru:

- 1) Na základě počtu hodnotících kritérií byla vytvořena trojúhelníková tabulka párů kritérií. Počet kombinací byl vypočítán podle následujícího vzorce:

$$N = \frac{m(m-1)}{2} \quad (1.3) [1]$$

Legenda ke vzorci 1.3:

N – počet kombinací

m – počet hodnotících kritérií

- 2) Každý expert měl svou trojúhelníkovou tabulku, ve které u jednotlivých párů zakroužkoval vždy to kritérium, které bylo podle jeho názoru významnější. Považoval-li expert obě kritéria za stejně významná nebo nebyl-li schopen některá kritéria vzájemně porovnat, zakroužkoval obě kritéria. Příklad trojúhelníkové tabulky zobrazuje Tabulka 1.
- 3) Podle zakroužkovaných kritérií v trojúhelníku páru bylo přiřazeno každému kritériu tolik bodů, kolikrát bylo zakroužkováno. Byla-li zakroužkována obě kritéria, pak každé obdrželo 0,5 bodu. Příklad bodového hodnocení uvádí Tabulka 2.
- 4) Koeficient významnosti byl vypočítán jako podíl celkového počtu obdržených bodů u jednotlivých kritérií a počtu hodnotících expertů.

$$B_j = \frac{\sum_1^p \gamma_{kj}}{p} \quad (1.4) [1]$$

Legenda ke vzorci 1.4:

$B_j$  – koeficient významnosti

p – počet expertů

$\gamma_{kj}$  – počet bodů přiřazených k-tým expertem j-tému kritériu

Tabulka 1: Hodnocení kritérií jednotlivými experty

1. expert	2. expert	3. expert
<div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> </div> <div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>2</div> <div>2</div> <div>2</div> </div> <div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>3</div> <div>3</div> </div> <div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>4</div> </div> <div> <div>5</div> </div>	<div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> </div> <div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>2</div> <div>2</div> <div>2</div> </div> <div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>3</div> <div>3</div> </div> <div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>4</div> </div> <div> <div>5</div> </div>	<div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> </div> <div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>2</div> <div>2</div> <div>2</div> </div> <div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>3</div> <div>3</div> </div> <div> <div>4</div> <div>5</div> </div> <div> <div>4</div> </div> <div> <div>5</div> </div>

Tabulka 2: Bodové hodnocení kritérií

Expert	Kritéria				
	1	2	3	4	5
1.	3	2	2	2	1
2.	1,5	1,5	1,5	4	1,5
3.	1,5	2	2	2	2
Celkem	6	5,5	5,5	8	4,5
$B_j$	2	1,8	1,8	2,6	1,5

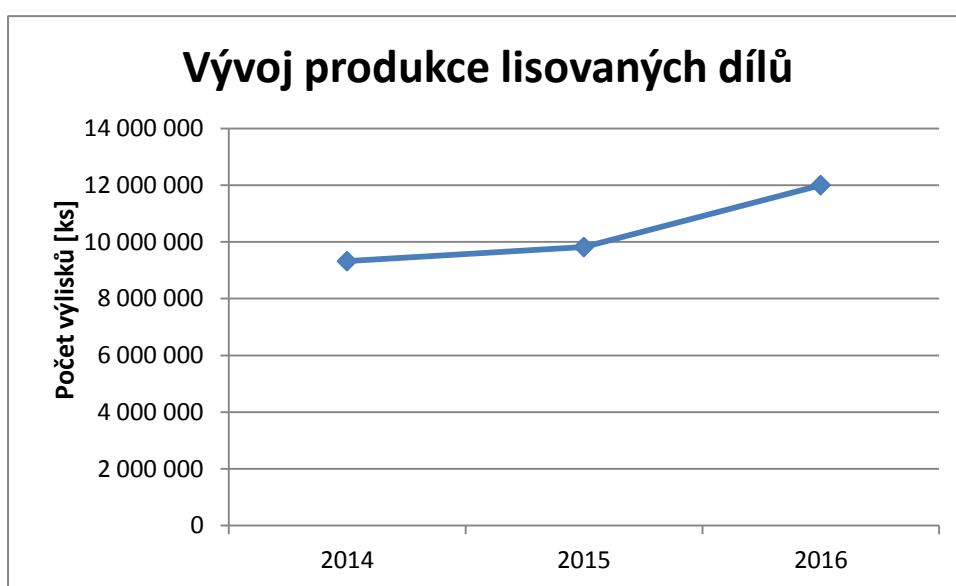
Čím je hodnota koeficientu významnosti vyšší, tím je kritérium významnější. [1]

## 2 Analýza současného stavu

Diplomová práce se zabývá optimalizací skladového hospodářství hutního materiálu v podmínkách firmy ROSTRA s.r.o. V souvislosti s nárůstem produkce lisovaných dílů došlo ke zvýšení nároků kladených na objednávání, skladování, evidenci, manipulaci s materiálem tak, aby byla zajištěna plynulá výroba. Vývoj produkce lisovaných dílů zobrazuje Tabulka 3 a Graf 1. Proto bylo nutné provést analýzu současného stavu skladování ve firmě ROSTRA s.r.o. a navrhnout optimalizační opatření s cílem zlepšit proces skladování.

Tabulka 3: Vývoj produkce lisovaných dílů

	2014	2015	2016
Počet výlisků [ks]	9 319 448	9 817 197	11 998 905
Meziroční nárůst výroby [%]	-	5,3	22,2



Graf 1: Vývoj produkce lisovaných dílů

### 2.1 Charakteristika firmy

Nástrojárna a lisovna firmy ROSTRA s.r.o. byla založena v roce 2000. Firma sídlí ve Vizovicích ve Zlínském kraji. Hlavní činnost firmy je soustředěna na konstrukci a výrobu lisovacích nástrojů plechových dílů, konstrukci a výrobu přípravků, jednoúčelových strojů a jejich částí, upínacích přípravků pro výrobní linky, konstrukci a výrobu vstřikovacích



forem pro výrobu plastových součástí. Firma se dále zabývá sériovou výrobou lisovaných součástí hlavně pro automobilový průmysl a hromadnou výrobou soustružených dílů.

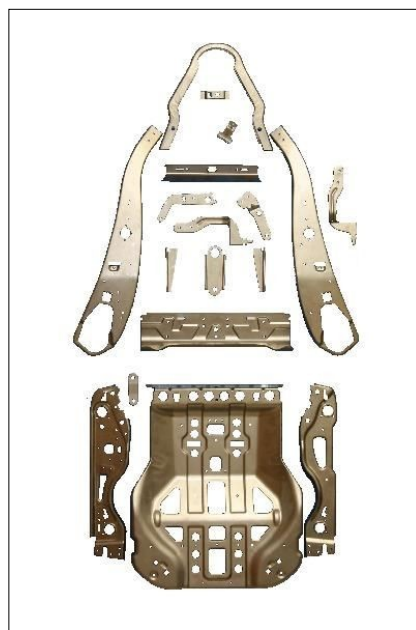
Výrobky firmy ROSTRA s.r.o. nacházejí uplatnění v těchto odvětvích:

- Strojírenství.
- Elektrotechnika.
- Plastikářský průmysl.
- Telekomunikace a zdravotnictví. [11]

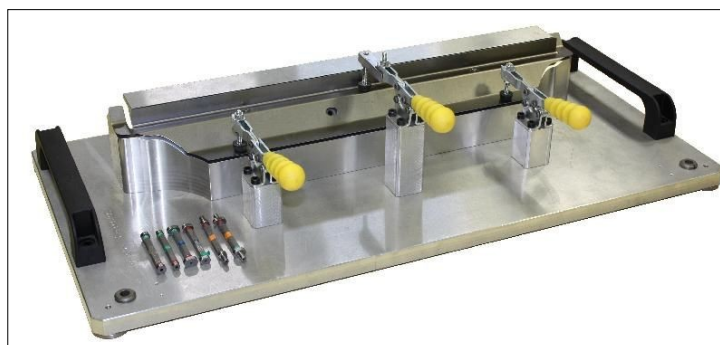
Jako příklady výrobků vyráběných ve firmě ROSTRA s.r.o. jsme uvedli: lisovací nástroj (Obrázek 4), plechové výlisky (Obrázek 5), kontrolní přípravek (Obrázek 6) a soustružené díly (Obrázek 7).



Obrázek 4: Lisovací nástroj



Obrázek 5: Plechové výlisky



Obrázek 6: Kontrolní přípravek



Obrázek 7: Soustružené díly

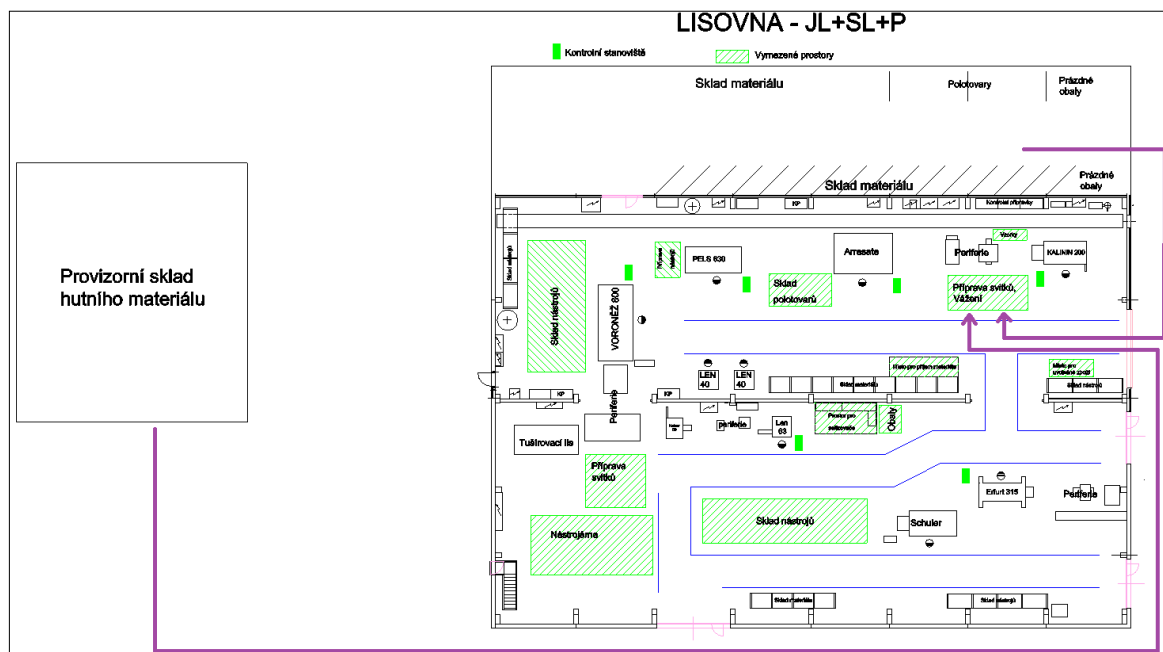
## 2.2 Uspořádání výrobních prostor lisovny a skladovacích prostor

Výrobní hala lisovny ve firmě ROSTRA s.r.o. je rozdělena na jižní loď (dále též JL) a severní loď (dále též SL). K hale lisovny byl přistaven přístřešek (dále též P), v kterém je v současné době uskladněn hutní materiál. Přístřešek je zobrazen na Obrázku 8. Přístřešek má dvě stěny (společnou stěnu s halou lisovny – na Obrázku 8 se jedná o stěnu na levé straně a protilehlou stěnu), průčelí přístřešku jsou bez jakýchkoli zábran proti povětrnostním vlivům.



Obrázek 8: Přístřešek lisovny

Jelikož skladová kapacita přístřešku byla nedostačující a využitelná plocha skladu činila 195 m<sup>2</sup>, byla část hutního materiálu uskladněna v provizorních skladových prostorách sousedících s areálem firmy. Na ploše 195 m<sup>2</sup> bylo možné uložit 198 svitků. Na Obrázku 9 je zobrazeno schéma severní a jižní lodi lisovny a skladovací prostory (přístřešek lisovny a provizorní sklad hutního materiálu). Obrázek 9 dále zobrazuje schéma manipulačních cest pro navážení materiálu do výrobního procesu.



Obrázek 9: Schéma haly lisovny a skladovacích prostor

Manipulační vzdálenosti, které zobrazuje Obrázek 9, jsou vyčísleny v Tabulce 4. Z údajů vidíme, že manipulační vzdálenost při navážení materiálu do výroby z přístřešku lisovny je o 97 metrů kratší ve srovnání s manipulační vzdáleností z provizorního skladu. Layout lisovny doplněný o rozměry výrobních prostor je uveden v Příloze A.

Tabulka 4: Manipulační vzdálenosti při navážení materiálu do výroby

Druh skladu	Vzdálenost [m]
Přístřešek lisovny	37
Provizorní sklad	134

## 2.3 Materiálové hospodářství

Materiálové transakce jsou ve firmě řízeny za pomoci informačního systému SITELINE (dále též ISSL). Na základě informací z ISSL oddělení nákupu objednává

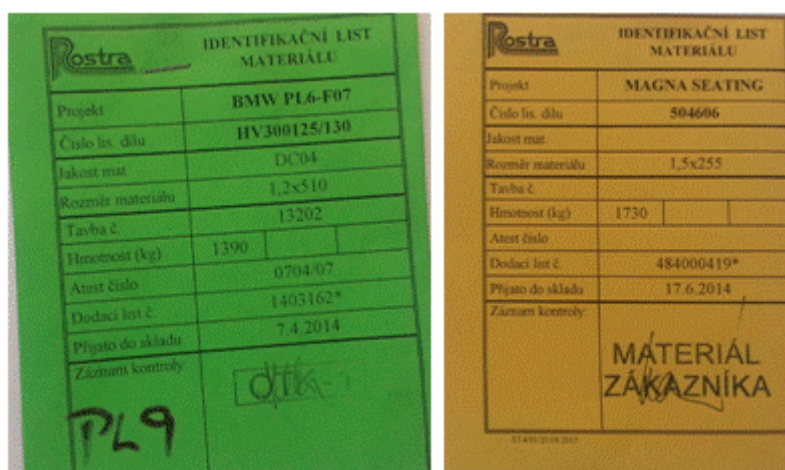
materiál potřebný pro výrobu. Množství objednávaného materiálu navrhuje ISSL na základě počtu kusů finálního výrobku požadovaného zákazníkem.

Materiál je nakupován ve formě svitků případně přístřihů plechu.

### 2.3.1 Značení hutního materiálu

Každý materiál je označen identifikačním štítkem (viz Obrázek 10), který obsahuje tyto údaje:

- Název projektu vyráběného dílu.
- Číslo lisovaného dílu.
- Jakost materiálu.
- Rozměr materiálu.
- Tavbu materiálu.
- Hmotnost.
- Číslo atestu.
- Číslo dodacího listu.
- Datum přijetí materiálu do skladu.
- Záznamy kontroly.



Obrázek 10: Identifikační štítky materiálu

Identifikační štítky materiálu jsou ve dvou barevných provedeních. Zelenou barvu má identifikační štítek materiálu nakupovaný firmou ROSTRA s.r.o., štítkem oranžové barvy a textem "MATERIÁL ZÁKAZNÍKA" je označen materiál dodaný zákazníkem.

**Nalezené problémy:** Vlastním pozorováním bylo zjištěno, že toto barevné značení však není vždy dodržováno. Jak je vidět na Obrázku 11, oranžový identifikační štítek materiálu není označen textem MATERIÁL ZÁKAZNÍKA. Toto označení materiálu je tedy nejednotné, nejednoznačné a barevné rozlišení štítků pak ztrácí význam.

Postra IDENTIFIKAČNÍ LIST MATERIÁLU	
Projekt	RENAULT X82
Číslo lu. dílu	HV264/265
Jakost mat.	S420MC
Rozměr materiálu	5x374
Tavba č.	546686
Hmotnost (kg)	1050
Atest číslo	1405/02
Dodací list č.	1404271*
Přijato do skladu	14.5.2014
Záznam kontroly	

OTK 1

Obrázek 11: Chybný identifikační štítek materiálu

## 2.3.2 Příjem nového materiálu

Příjmu nového materiálu se účastní skladník a kontrolor hromadné výroby. Povinností skladníka je překontrolovat typ a množství dodaného materiálu dle dodacího listu. Kontrolor hromadné výroby (dále též HV) kontroluje kvalitu dodaného materiálu dle kontrolního plánu a správnost zváženého množství materiálu na dodacím listě, kontroluje též správnost atestu materiálu. Po překontrolování a uvolnění materiálu kontrolorem HV provede skladník naskladnění nového materiálu do skladu. Navedení přijatého materiálu do ISSL provádí oddělení nákupu.

### 2.3.2.1 Postup při příjmu nového materiálu:

Úkony spojené s příjmem nového materiálu provádí skladník oddělení nákupu. Jedná se o následující úkony:

- 1) Převoz materiálu na vyhrazené místo v jižní lodi lisovny.
- 2) Rozbalení materiálu.



- 3) Zvážení materiálu za účasti kontrolora HV. Kontrolor zároveň provede vstupní kontrolu přijímaného materiálu. Zvážené hodnoty zapíše skladník na identifikační štítek materiálu a do dodacího listu.
- 4) Označení materiálu identifikačním štítkem.
- 5) Pokud je vše v pořádku, uvolní kontrolor HV identifikační štítek, tj. opatří jej razítkem OTK a svým podpisem.
- 6) Je-li materiál skladován pod přístřeškem lisovny, provede skladník nástřik každého svitku konzervačním roztokem.
- 7) Skladník provede naskladnění materiálu na vyhrazené místo ve skladu.
- 8) Naskladnění musí být provedeno na základě principu FIFO. V případě, že se na vyhrazeném místě nachází materiál z předchozí dodávky, musí tento materiál skladník přesunout na čelní místo vyhrazené pozice.
- 9) Svitky musí být uskladněny tak, aby byl přístupný identifikační štítek materiálu.
- 10) Navedení materiálu do ISSL. [12]

### **2.3.3 Příprava materiálu do výroby**

Přípravu materiálu do výroby zajišťuje manipulant hromadné výroby. Manipulant HV připravuje materiál na základě fronty práce a výrobních příkazů. Svitok pro následující produkci musí být připraven do svislé polohy na vyhrazené místo. [13]

Vlastním měřením bylo zjištěno, že průměrná doba přípravy materiálu (jednoho svitku) do výroby je 11 minut. Během tohoto času manipulant HV vyhledá v počítači pozici materiálu ve skladu, vysokozdvížným vozíkem se dopraví do skladu v přístřešku lisovny, přeskladí materiál na dané pozici ve skladu, vybere a naloží požadovaný materiál, který dopraví zpět do výrobních prostor.

### **2.3.4 Odepisování spotřebovaného materiálu z ISSL**

Materiál je v ISSL evidován materiálovou položkou. A jednotlivé dodávky jsou rozlišeny pomocí šarže.

Po spotřebování materiálu ve výrobě musí být tento materiál odepsán v ISSL. Tyto transakce provádí na základě identifikačních štítků materiálu dispečer HV.

Po dokončení výroby daného výrobního příkazu přiloží seřizovač HV identifikační štítek se spotřebovaným množstvím materiálu k výdejce na materiál a uloží jej na vyhrazené místo.

Nyní popíšeme zjištěný postup odepisování spotřebovaného materiálu z ISSL:

- 1) Dispečer HV na základě výdejky na materiál vyhledá v materiálových transakcích v ISSL výrobní příkaz, na který byl materiál spotřebován.
- 2) Následně vybere šarži materiálu, která je uvedena na identifikačním listu materiálu.
- 3) Po zadání šarže materiálu systém zobrazí množství materiálu skladem a množství materiálu, které by mělo být na daný VP odečteno. Toto množství nemusí korespondovat se skutečně spotřebovaným materiálem, tyto rozdíly mohou být způsobeny například opakovaným seřizováním nástroje.
- 4) Dispečer zapíše skutečnou hodnotu spotřebovaného materiálu do sloupce množství.
- 5) Dispečer zadá příkaz zpracovat, tím se zadané množství materiálu odepíše ze skladu.

Na Obrázku 12 je zobrazeno okno z ISSL, ve kterém se provádí materiálové transakce při odepisování materiálu po dokončení výroby.

**Materiálové transakce na VP**

1 VP: 3VP0008466 0000 Sklad: MAIN  
Datum transakce: 24.2.2015 18:27:31  
☒ Rozšířit množství o koef. odpadu

Filtr: Operace: Pořadí:  
Pol.:  
Výbrat vše Zrušit výběr všech 5 Zpracovat

	Výběr	Operace	Poř.	Množství	Pol.	MJ	
1 >>	<input type="checkbox"/>	10	1	4 1 855,76000	113-S420MC00300374	kg	S420MC 3x374
2	<input type="checkbox"/>	10	2	-575,76000	ODPAD-1	kg	300- ocel - 170405 (
*	<input type="checkbox"/>						

General Sériová čísla

Skł.místo: 130 Materiál.nákl.: 30 156,25106 3 Na skladě: 20 788,50000  
2 Šarže: Požadováno: 1 855,76000  
ID import.dokumentu: Vydáno: 0,00000  
Druh nákl.: Plán. nákl.: 30 156,25106  
Nákl.kooper.: Celk.nákl.: 30 156,25106  
Jiné:

Obrázek 12: Materiálové transakce v ISSL

**Nalezené problémy:** Při odepisování materiálu byly zjištěny nedostatky v souladu dat v ISSL a fyzickém stavu hutního materiálu. Jednalo se například o nemožnost odepsat materiál na výrobní příkaz, protože pod danou šarží nebyl dostatek materiálu k odepsání ze systému. Tento materiál byl přesto odepsán, avšak z jiné šarže. Tento způsob odepisování materiálu v ISSL dále prohlubuje nesrovnalosti mezi skutečným fyzickým stavem hutního materiálu a údaji v ISSL.

V některých případech bylo zjištěno, že daná šarže materiálu (uvedená na identifikačním listu materiálu) není vůbec v systému.

Tyto nepřesnosti byly zjištěny vlastním pozorováním v průběhu měsíce května 2014 v počtu 10 výskytů.

### 2.3.5 Zodpovědnost za úkony v procesu skladování

Materiálové hospodářství hutního materiálu zabezpečují ve firmě tyto pracovníci: pracovníci oddělení nákupu, skladník, kontrolor, manipulát, seřizovač, dispečer. Odpovědnosti za jednotlivé úkony v procesu skladování zobrazuje Tabulka 5.

Tabulka 5: Odpovědnost za jednotlivé úkony v procesu skladování

Úkon	Zodpovídá
Objednávání nového materiálu.	Vedoucí oddělení nákupu
Kontrola typu a množství dodaného materiálu, zvážení přijatého materiálu.	Skladník
Kontrola kvality dodaného materiálu dle kontrolního plánu, správnost zvážení množství materiálu na dodacím listu.	Kontrolor hromadné výroby
Označení materiálu identifikačním štítkem.	Skladník
Naskladnění materiálu na vyhrazené místo ve skladu.	Skladník
Příprava materiálu do výroby.	Manipulát hromadné výroby
Dokumentace o spotřebovaném materiálu ve výrobě.	Seřizovač
Odepsání spotřebovaného materiálu ze systému.	Dispečer hromadné výroby

## 2.4 Analýza sortimentu skladovaného hutního materiálu

Pro účely analýzy sortimentu hutního materiálu používaného pro výrobu ve firmě ROSTRA s.r.o. byla dne 5. 12. 2014 provedena fyzická inventura materiálu v přístřešku lisovny a v provizorním skladu materiálu. Fyzickou inventurou byl zjištěn celkový stav 236 ks svitků v přístřešku lisovny a v provizorním skladu. Do přístřešku lisovny bylo možné uložit 198 ks svitků, což bylo nedostačující, proto byly zbývající svitky uloženy v provizorním skladu. Výsledky inventury jsou uvedeny v Příloze B.

### 2.4.1 ABC analýza

K analýze používaného hutního materiálu byla použita ABC analýza. Při fyzické inventuře bylo zaznamenáno celkem 63 materiálových položek svitků a přístřihů. ABC analýzou bylo zkoumáno hmotnostní zastoupení jednotlivých materiálových položek ve skladu. Z důvodu realizace ABC analýzy byly materiálové položky rozděleny do tří skupin A, B a C. Kritéria dělení materiálů do skupin A, B a C uvádí Tabulka 6.

Tabulka 6: Kritéria dělení materiálů do skupin.

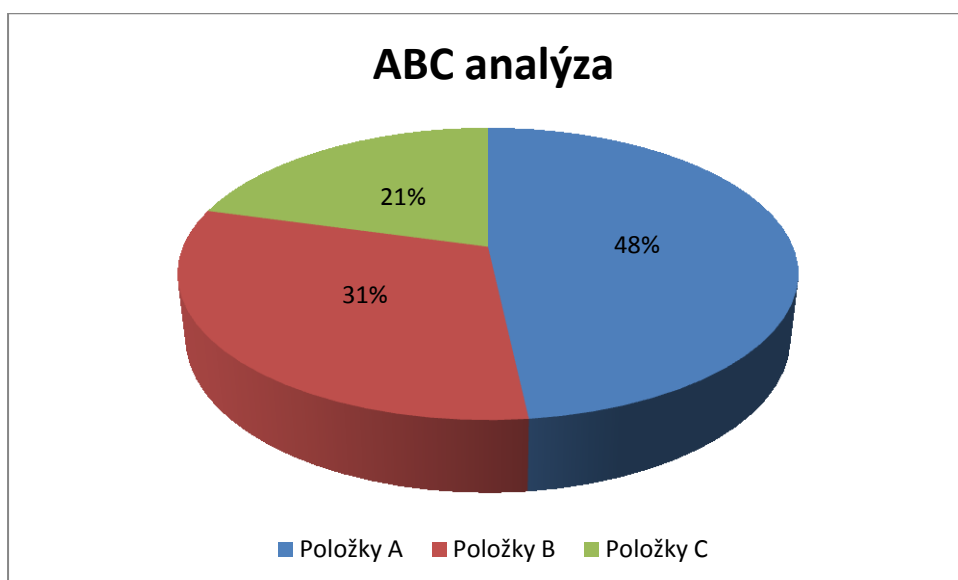
Skupina	Kritéria hmotnosti materiálu
A	Nad 4000 kg
B	2000 kg až 3999 kg
C	Do 1999 kg

Na základě těchto kritérií byl materiál rozdělen do skupin A, B a C. Hmotnosti materiálů v jednotlivých skupinách jsme sečetli a procentuálně vyjádřili jejich podíl na celkové hmotnosti skladovaného materiálu. Rozdělení materiálu do skupin zobrazuje Tabulka 7. K výpočtu hmotností materiálů v jednotlivých skupinách jsme využili údajů získaných inventurou ze dne 5. 12. 2014. Konkrétní údaje dokumentuje příloha B.

Tabulka 7: Rozdělení materiálu do skupin A, B a C.

Skupina	Počet položek	Hmotnost materiálu [kg]	Hmotnost materiálu [%]
A	10	75298	48,26
B	17	48417	31,03
C	36	32311	20,71
Celkem	63	156026	100

Procentuální vyjádření hmotností jednotlivých skupin materiálu vyobrazuje Graf 2.



Graf 2: ABC analýza

Z ABC analýzy je patrné, že skupina A čítající 10 materiálových položek zaujímá 48% hmotnosti skladovaného materiálu. Skupina B s 31% podílem na celkové hmotnosti skladovaného materiálu obsahuje 17 materiálových položek a skupina C má nejvíce materiálových položek, a to 36, ty zaujímají 21% z celkové hmotnosti skladovaného hutního materiálu. Na základě provedené ABC analýzy můžeme konstatovat, že největší podíl ve skladu co do hmotnosti má materiál zařazený do skupiny A (75 298 kg).

#### 2.4.2 Obrátka zásob

Obrátka zásob byla vypočítána na základě údajů poskytnutých ekonomickým oddělením firmy. Jednalo se o údaje o měsíčním stavu zásob v letech 2013 a 2014 v korunách a měsíční spotřebu materiálu v letech 2013 a 2014 v korunách. Obrátku zásob a dobu obratu zásob zobrazuje Tabulka 8.

Tabulka 8: Obrátka zásob

rok	Obrátka zásob [obrátek za rok]	Doba obratu [dny]
2013	5,2	69,3
2014	4,2	85,1

Příklad výpočtu pro rok 2013:

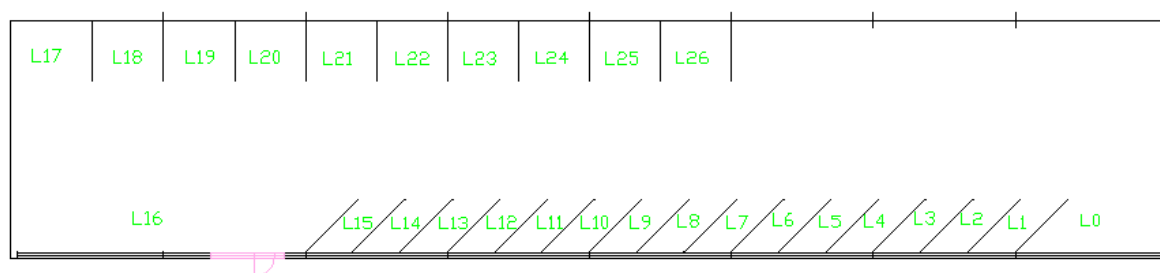
$$Obrátka\ zásob = \frac{Spotřeba\ materiálu}{Průměrná\ zásoba} = \frac{27427874}{5279016} = 5,2\ obrátek\ za\ rok \quad (2.1)$$

$$Doba\ obratu = \frac{360}{Obrátka\ zásob} = \frac{360}{5,2} = 69,3\ dní \quad (2.2)$$

## 2.5 Systém ukládání materiálu ve skladu

Materiál je ve skladu ukládán podle druhu materiálu na vyhrazená místa označená čísly L0 – L26. Schéma skladových míst je zobrazeno na Obrázku 13. Tato skladová místa nedostačují svou kapacitou požadavkům na uskladnění materiálu. V případě, že v daném skladovacím místě není místo pro nový materiál, uskladní jej skladník na jiné skladové místo, ve kterém je volná kapacita.

Svitky plechu jsou ve skladu materiálu stohovány na sebe. Bylo zjištěno, že při stohování jsou na sebe stohovány materiály různých rozměrů.



Obrázek 13: Schéma skladových míst

**Nalezené problémy:** Je-li jeden druh materiálu uskladněn na více místech ve skladu, je při přípravě materiálu do výroby nutné obejít všechny skladové pozice, kde je požadovaný materiál uskladněn a vyhledat nejstarší materiál dle identifikačního listu materiálu, aby byl dodržen princip FIFO.

Při přípravě materiálu do výroby dochází také k časovým ztrátám v případech, je-li nutné přeskládat materiál, aby mohl být připraven požadovaný materiál. To je způsobeno stohováním materiálů různých rozměrů na sebe. Na Obrázku 14 je zobrazeno stohování hutního materiálu.



Obrázek 14: Uskladnění hutního materiálu

### 2.5.1 Povětrnostní vlivy působící na uskladněný materiál

Vzhledem k tomu, že sklad hutního materiálu má v současné době pouze dvě pevné stěny, není možné ve skladu zajistit stabilní klimatické podmínky. Na uskladněný hutní materiál negativně působí proměnlivá vlhkost a teplota vzduchu, povětrnostní podmínky i déšť. Tyto nežádoucí vlivy okolního prostředí způsobují znehodnocování uskladněného materiálu korozí, což dokumentuje Obrázek 15.



Obrázek 15: Koroze materiálu

**Nalezené problémy:** Obrázek 15 zobrazuje zkorodovaný pás plechu, který nemůže být z kvalitativních důvodů použit ve výrobě. Zkorodovaná část plechu musí být před

zahájením lisování odstříhnuta. Koroze se objevuje na vnější části svitku, ale může se vyskytovat i uvnitř svitku. Tuto korozi však není možné zjistit před začátkem lisování, protože není svitek rozvinut. To klade vyšší nároky na kontrolu vylisovaných dílů z takového materiálu. V případě, že je v průběhu lisování zjištěna obsluhou lisu nebo kontrolorem kvality koroze na již vylisovaných součástkách, není možné danou zakázku expedovat. U všech výrobků vyrobených z tohoto materiálu je nutné provést stoprocentní kontrolu. Teprve poté je možné dané výrobky expedovat.

Koroze zpracovávaného materiálu způsobuje finanční ztrátu, k níž dochází, je-li nutné zkorodovanou část svitku na začátku lisování odstříhnout a z výroby odstranit. Další vícenáklady vznikají při stoprocentní kontrole nařízené kontrolorem kvality při zjištění koroze na již hotových výrobcích.

Skutečné množství zkorodovaného materiálu, který je nutné před výrobou odstranit odstřížením, není evidováno. Odhadovaná finanční ztráta byla stanovena na základě informací pracovníků hromadné výroby na 500 kg materiálu z celkového množství uskladněného materiálu 156 026 kg. Při průměrné ceně 18 200,- Kč za 1000 kg nakupovaného materiálu je odhadovaná finanční ztráta 9 100,- Kč na jednu obrátku materiálu. V roce 2014 byla obrátka zásob 4,2 obrátek za rok, jak je uvedeno v Tabulce 8. Výpočet odhadované roční finanční ztráty za rok 2014:

$$Z_f = Z_o \times O = 9\,100 \times 4,2 = 38\,220 \text{ Kč} \quad (2.3)$$

Legenda ke vzorci 2.3:

$Z_f$  – Roční finanční ztráta

$Z_o$  – Odhadovaná finanční ztráta za jednu obrátku

$O$  – Obrátka zásob



### 3 Problémy při skladování hutního materiálu

Na základě analýzy současného stavu byly identifikovány zásadní problémy při skladování hutního materiálu. Vyhodnocení problémů a jejich dopady uvádí Tabulka 9:

Tabulka 9: Problémy a jejich dopady při skladování hutního materiálu

	Oblast	Problém	Dopad
1.	Manipulace s materiálem ze skladovacích prostorů	Vzdálenost provizorního skladu (134 m) a přístřešku (37 m) od místa zpracování.	Ztrátové časy vznikající při transportu svitků z provizorního skladu hutního materiálu do výroby.
2.	Evidence materiálu	Nedodržení barevného značení hutního materiálu v identifikačních štítcích.	Chyby při vydávání materiálu do výroby (je vydán vlastní materiál, když by měl být použit materiál zákazníka).
3.	Evidence materiálu	Chybné odepsání materiálu z informačního systému, neboť je materiál odepsán z jiné šarže.	Nesoulad údajů v informačním systému a fyzickém stavu hutního materiálu.
4.	Ukládání materiálu ve skladu	Není dodrženo uskladnění jednoho typu materiálu na vyhrazeném místě pro tento materiál, dochází k uskladnění materiálu tam, kde je volné místo, což se děje z důvodu nedostatečné prostorové kapacity.	Nutnost dohledávat hutní materiál k výrobě na různých místech skladu.
5.	Ukládání materiálu ve skladu	Stohování materiálů různých rozměrů na sebe.	Nutnost přeskládat materiál, aby mohl být použit k výrobě.
6.	Skladovací prostory	Nevhodný typ skladu (krytý sklad se dvěma stěnami) pro skladování hutního materiálu.	Znehodnocování svitků korozí.

## **4 Opatření k optimalizaci skladování hutního materiálu**

Navrhovaná optimalizační opatření jsou založena na analýze skladování hutního materiálu provedené autorem diplomové práce a specifikované v kapitole 2. Jedná se o následující optimalizační opatření:

1. Návrh nových regálů pro ukládání hutního materiálu umístěných v přístřešku lisovny.
2. Stavební úprava skladu hutního materiálu v přístřešku lisovny – zabezpečení proti povětrnostním vlivům působícím na materiál.
3. Úprava profilu podlahy.
4. Přesunutí materiálu z provizorního skladu materiálu do skladu hutního materiálu v přístřešku lisovny.
5. Zlepšení evidence hutního materiálu.

### **4.1 Návrh nového způsobu skladování**

Vzhledem k tomu, že skladová kapacita v přístřešku lisovny je při uložení svitků na podlaze nedostačující a také vzhledem k přemístění materiálu z provizorního skladu do skladu v přístřešku byly navrženy nové paletové regály pro uložení hutního materiálu umístěné v přístřešku lisovny.

Pro navýšení kapacit je možné využít paletových regálů. Pro návrh paletových regálů bylo využito dat z inventury materiálu ze dne 5. 12. 2014. Potřebovali jsme zjistit počty uskladněných svitků, šířku svitků a průměry svitků. Na základě těchto informací mohly být navrhnuty regály pro uskladnění hutního materiálu v přístřešku lisovny. Při inventuře bylo zjištěno 236 svitků materiálu.

#### **4.1.1 Určení parametrů regálů**

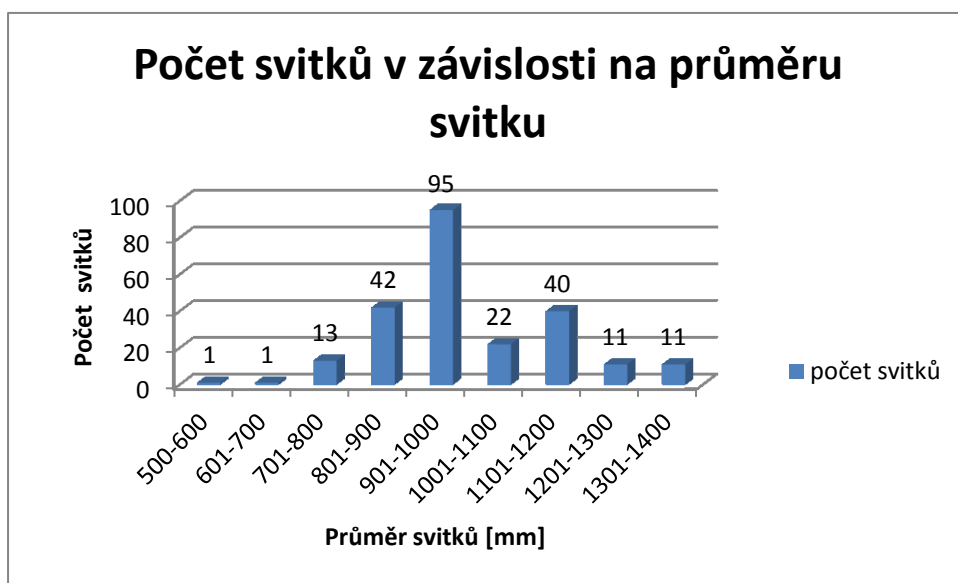
Vzhledem k tomu, že jsou v podniku používány svitky různých rozměrů, byly rozměry navrhovaných regálů přizpůsobeny rozměrům používaných svitků. Regál tedy nemá univerzální rozměr ukládací buňky, ale jednotlivé ukládací buňky mají různé parametry. Tím jsme docílili navýšení kapacity regálů.

#### 4.1.2 Šířka regálové buňky

Pro určení optimální šířky regálové buňky bylo potřeba znát průměry ukládaných svitků. Abychom mohli rozměr šířky regálové buňky stanovit, bylo nutné rozdělit průměry svitků do devíti rozmezí, která uvádí Tabulka 10. Počty svitků daných průměrů jsou zobrazeny v Grafu 3.

Tabulka 10: Rozmezí průměru svitku

Průměr svitků [mm]	Počet svitků
500 – 600	1
601 – 700	1
701 – 800	13
801 – 900	42
901 – 1000	95
1001 – 1100	22
1101 – 1200	40
1201 – 1300	11
1301 – 1400	11



Graf 3: Počet svitků v závislosti na průměru svitků.

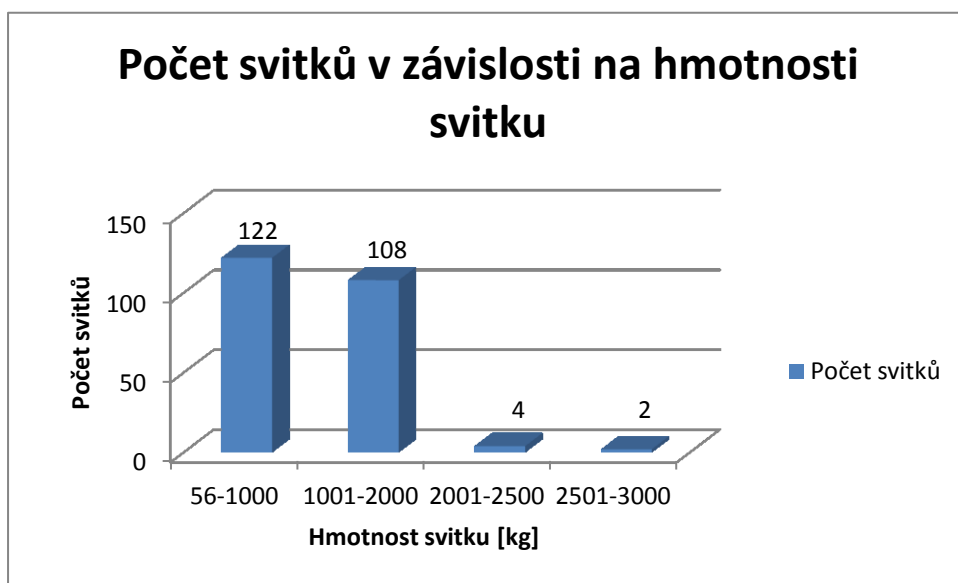
Z Grafu 3 je patrné, že průměr větší části svitků (152 svitků) se pohybuje do 1000 mm, zbývajících 84 svitků má průměr od 1001 do 1400 mm. Pro manipulaci s materiálem je nutné, aby byla v regálové buňce rezerva minimálně 100 mm. Na základě této analýzy byly stanoveny dvě šířky regálových buněk a to 1300 mm a 1500 mm.

### 4.1.3 Nosnost regálové buňky

K určení nosnosti regálových buněk bylo nutné znát hmotnosti jednotlivých svitků. Hmotnosti svitků rozdělené do čtyř rozmezí zobrazuje Tabulka 11. V Grafu 4 jsou uvedeny počty svitků v závislosti na jejich hmotnosti.

Tabulka 11: Rozmezí hmotností svitků

Hmotnosti svitků [Kg]	Počet svitků
56 – 1000	122
1001 – 2000	108
2001 – 2500	4
2501 – 3000	2



Graf 4: Počet svitků v závislosti na hmotnosti svitku

Nosnost regálové buňky byla stanovena na 2500 Kg. V případě lehčích svitků do 1000 kg je možné do jedné buňky uložit dva svitky stejné šarže. Svitky těžší než 2500 kg budou uloženy na podlaze.

#### 4.1.4 Výška regálové buňky

Výšky regálových buněk byly stanoveny podle šířky svitků. Šířky svitků byly rozděleny do pěti rozmezí, viz Tabulka 12. Grafické vyjádření počtu svitků v závislosti na šířce svitků zobrazuje Graf 5.

Tabulka 12: Rozmezí šířky svitků

Šířka svitků [mm]	Počet svitků
35 – 300	138
301 – 450	54
451 – 550	29
551 – 600	8
601 – 800	7



Graf 5: Počet svitků v závislosti na šířce svitku

Na základě šířky svitků byly stanoveny výšky regálových buněk následovně:

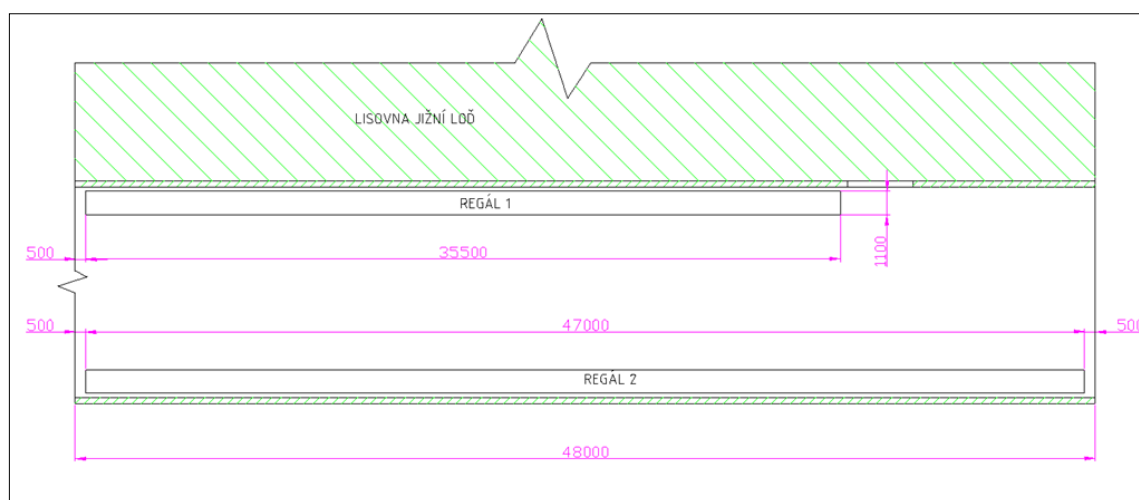
- 22 buněk výšky 1300 mm
- 44 buněk výšky 1100 mm
- 128 buněk výšky 800 mm
- 184 buněk výšky 600 mm

Celková kapacita regálu bude 378 buněk. Potřebná kapacita dle inventury byla stanovena na 279. Z toho je patrné, že skladová rezerva činí 99 buněk. Tato rezerva je určena na nové projekty.

Rozdíl ve stavu svitků zjištěném inventurou (236 svitků) a potřebnou kapacitou (279 svitků) byl způsoben nenaskladněním materiálu pro rozjíždějící se projekt.

#### 4.1.5 Návrh parametrů regálů

Na základě provedené analýzy skladovaných svitků byly autorem práce navrženy nové regály a jejich umístění v přístřešku lisovny. Schéma umístění regálů v přístřešku lisovny je zobrazeno na Obrázku 16.



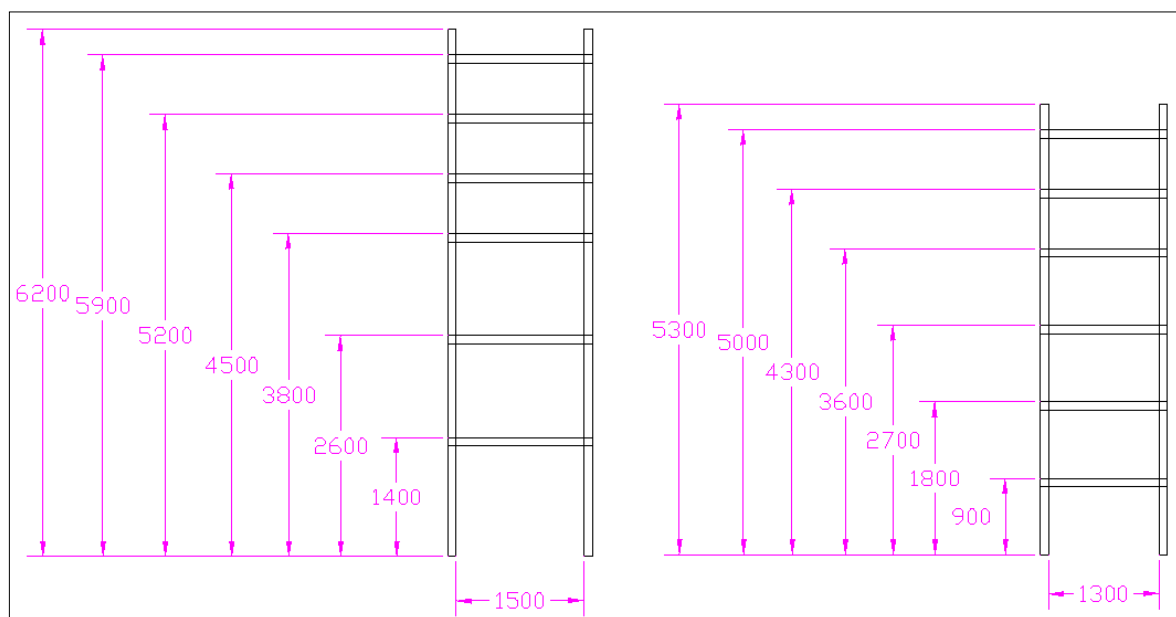
Obrázek 16: Schéma umístění regálů v přístřešku lisovny

Pro navrhované regály byly stanoveny tyto parametry: šířku buňky, délku regálu, výšku regálu, hloubku rámu, a nosnost jedné buňky. Navrhované parametry regálů zobrazuje Tabulka 13.

Tabulka 13: Parametry regálů

Parametr	Regál 1	Regál 2
Šířka buňky [mm]	1500	1300
Délka regálu [mm]	35500	47000
Výška regálu [mm]	6200	5300
Hloubka rámu [mm]	1100	1100
Nosnost jedné buňky [Kg]	2500	2500

Z důvodu různých šířek svitků byly navrženy optimální výšky ukládacích úrovní regálů. Výšky ukládacích úrovní regálů jsou zobrazeny na Obrázku 17.



Obrázek 17: Ukládací výšky regálů

#### 4.1.6 Výběr dodavatele regálů

Pro výrobu regálů byli osloveni tři výrobci skladovacích zařízení, v poptávce byly zadány parametry, které uvádí již výše uvedená Tabulka 13 a Obrázek 17. Porovnání obdržených nabídek dokumentuje příloha C. Nabídky od jednotlivých firem jsou označeny A, B a C.

Z porovnání nabídek (příloha C) je patrné, že nabídka A nevyhovuje zadání, protože není u obou paletových regálů splněna požadovaná šířka buňky. Šířka buněk je v nabídce sice větší než požadovaná, ale vzhledem k tomu, že by do jedné buňky nebylo možné uložit více než jeden svitek vedle sebe, není větší šířka buňky výhodou. U regálu 2 není dodržena nosnost buňky a ukládací výšky nejsou také dodrženy. Toto nabízené uspořádání regálů se pro naše potřeby uskladnění svitků nehodí, proto byla tato nabídka vyřazena.

Nabídky B a C vyhověly svými parametry zadaným požadavkům. Proto bylo s dodavateli nabídek B a C pokračováno v jednání o dodávce paletových regálů pro uskladnění materiálu. Cenové porovnání nabídek B a C uvádí Tabulka 14. Jak je z tabulky patrné, nabídka B je o 35 300 Kč dražší než nabídka C.

Tabulka 14: Cenové porovnání nabídek B a C

	Nabídka	
	B	C
Cena bez DPH [Kč]	355 000	319 700

Na základě dalších osobních jednání se zástupci dodavatelských firem, byla jako dodavatel vybrána firma B, a to z těchto důvodů:

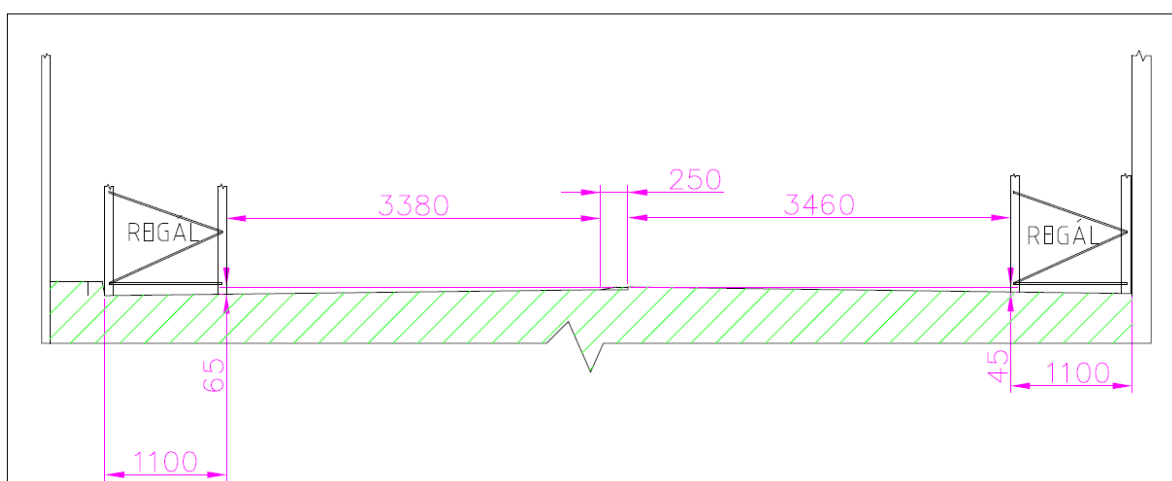
- Firma B nabídla výhodnější ceny dalšího příslušenství k paletovým regálům. Jednalo se o nabídku roštů a příčníků do ukládacích buněk v regálech.
- Dodavatel B měl již v ceně zahrnutu dopravu a instalaci regálů, zatímco dodavatel C tuto cenu v nabídce započítanu neměl.
- Záruční lhůta byla u dodavatele B 60 měsíců oproti dodavateli C, který nabízel 24 měsíců.

## 4.2 Stavební úpravy skladu hutního materiálu

Pro optimální manipulaci s materiálem bylo nutné provést úpravu profilu podlahy přístřešku. K minimalizaci rizika vzniku koroze na skladovaném materiálu jsme navrhli uzavřít sklad ze všech čtyř stran.

### 4.2.1 Úprava profilu podlahy

Podlaha v přístřešku lisovny nebyla původně projektována ke skladování jakéhokoliv materiálu, středem podlahy skladu je veden obrubník, od kterého je podlaha spádována ke stranám. Profil podlahy je zobrazen na Obrázku 18.



Obrázek 18: Profil podlahy v přístřešku

Dodavatelskou firmou regálů byla doporučena stavební úprava podlahy, protože by zakládání materiálu do regálů bylo značně ztíženo sklonem podlahy, hlavně při ukládání v



horních patrech regálu. Proto bylo navrženo odfrézování střední části podlahy přístřešku a její zarovnání.

#### 4.2.2 Uzavření skladu ze čtyř stran

Sklad materiálu je v současné době řešen jako krytý sklad, to v praxi znamená, že má střechu a pouze dvě stěny, což má za následek znehodnocování uskladněného materiálu korozí.

Uzavřením skladu ze všech čtyř stran a jeho zateplením vznikne regulovatelné, relativně stabilní prostředí bez působení nepříznivých povětrnostních vlivů. Teplota ve skladu bude moci být lépe regulována, dojde ke snížení vlhkosti a tím i ke snížení rizika vzniku koroze na uskladněném materiálu.

Stavební úpravy přístřešku budou realizovány společně s výstavbou nových skladových prostor pro uskladnění hotových výrobků. Celková cena úpravy přístřešku a výstavby nového skladu činí 2,3 milionu korun, z toho odhadovaná cena úpravy přístřešku lisovny je 345 000,- Kč.

### 4.3 Přesun materiálu z provizorního skladu do přístřešku lisovny

Část materiálu pro výrobu je z kapacitních důvodů umístěna v provizorním skladu hutního materiálu. Jelikož se tento sklad nachází mimo hlavní prostory podniku, je doprava tohoto materiálu v porovnání s materiálem dopravovaným z přístřešku lisovny neefektivní. V zimním období vzniká riziko nemožnosti dopravit požadovaný materiál z důvodu nesjízdnosti dopravní cesty pro vysokozdvizný vozík. Porovnání manipulační vzdálenosti ze skladu v přístřešku lisovny a z provizorního skladu do výroby zobrazuje Tabulka 15.

Tabulka 15: Manipulační vzdálenost ze skladu materiálu do výroby

Druh skladu	Vzdálenost [m]
Přístřešek lisovny	37
Provizorní sklad	134

Z tabulky 15 je patrné, že při přemístění hutního materiálu z provizorního skladu do skladu v přístřešku lisovny se zkrátí manipulační vzdálenost z původních 134 metrů na 37

metrů, tedy o 97 metrů. Zkrácení manipulační vzdálenosti přinese časovou úsporu a úsporu pohonných hmot.

#### **4.3.1 Manipulace s materiálem ve skladu**

Manipulace s materiálem ve skladu je zajišťována pomocí vysokozdvížných vozíků. V současné době firma disponuje třemi staršími vysokozdvížnými vozíky. Tyto vozíky nedisponují potřebnými vlastnostmi jako je výška zdvihu a nosnost k zajištění manipulace s materiálem do nových paletových regálů.

Firma plánuje zakoupení nového elektrického vysokozdvížného vozíku typu retrak s nosností nákladu 2500 kg a potřebnou zdvihovou výškou k zajištění manipulace s materiálem v novém regálovém skladu.

Svitky budou v regálu uskladněny na dřevěných manipulačních křížích, na Obrázku 19 je vyobrazen příklad manipulačního kříže.



Obrázek 19: Manipulační kříž na svitky

#### **4.4 Úprava evidence hutního materiálu**

Systém evidence hutního materiálu není optimálně nastaven, protože data v informačním systému nejsou ve shodě s fyzickým stavem zásob. Jedná se především o

rozdíly u jednotlivých šarží materiálu, například v ISSL není pod danou šarží dostatečné množství materiálu k odepsání.

Odstranění těchto nesrovnalostí by mohlo být docíleno přesnou evidencí počtu svitků pod jednotlivými šaržemi. V současné době je evidována pouze celková hmotnost dané šarže. Evidencí jednotlivých svitků, evidencí jejich hmotností a šarží by došlo k zpřehlednění odepisování materiálu a bylo by možné jednoduše porovnat skutečný stav se stavem v informačním systému.

#### **4.4.1 Návrh tabulky pro evidenci hutního materiálu ve skladu**

Návrh evidence formou tabulky má za cíl eliminovat nesrovnalosti mezi skutečným stavem zásob ve skladu hutního materiálu a stavem zásob v informačním systému firmy. Tabulka bude také poskytovat informaci o uložení materiálu v jednotlivých buňkách regálu a zajistí dodržování principu FIFO ve skladu. V tabulce budou zaznamenány tyto údaje:

- Číslo materiálu v informačním systému firmy.
- Rozměr materiálu.
- Šarže materiálu.
- Hmotnost svitku.
- Číslo buňky, ve které je materiál uskladněn.
- Datum naskladnění materiálu na sklad.

Návrh tabulky je zobrazen v příloze D. Tabulka může být využita při těchto skladových činnostech: naskladňování nového materiálu, příprava materiálu pro výrobu, odepisování materiálu nebo při inventuře. Tabulka bude k dispozici v elektronické podobě na interní síti firmy, aby do ní pověřeni pracovníci mohli zapisovat změny.

#### **4.4.2 Návrh postupu naskladňování nového materiálu**

Naskladnění nového materiálu provede skladník podle následujícího postupu:

- 1) Na základě dodacího listu si připraví identifikační štítky materiálu.
- 2) Nový materiál umístí na vyhrazené místo pro příjem svitků v hale jižní lodi lisovny.

- 3) Materiál rozdělí na jednotlivé svitky, svitky uloží na dřevěný manipulační kříž.
- 4) Zváží jednotlivé svitky, zváženou hodnotu zapíše na identifikační štítek materiálu. Vážení materiálu musí být přítomen kontrolor HV, který překontroluje vážený materiál a pokud je vše v pořádku, potvrdí správnost údajů razítkem a podpisem na identifikační list materiálu.
- 5) Skladník provede naskladnění materiálu do regálu ve skladu hutního materiálu. Naskladňování provádí dle šířky svitku na nejbližší rozměrově vhodnou buňku k vjezdu do skladu tak, aby byla manipulační vzdálenost co nejkratší.
- 6) Skladník si zapíše buňku, do které materiál uložil, aby mohl zapsat umístění materiálu do tabulky evidence hutního materiálu v počítači.

#### **4.4.3 Příprava materiálu pro výrobu**

Přípravu materiálu pro výrobu zajišťuje manipulant, případně seřizovač HV podle tohoto postupu:

- 1) V tabulce evidence hutního materiálu určený pracovník vyfiltruje rozměr požadovaného svitku. Zkontroluje číslo materiálu, tento údaj je uveden na výdejce na materiál.
- 2) Následně z tabulky vybere materiál s nejstarším datem naskladnění tak, aby byl dodržen princip FIFO.
- 3) Z tabulky také zjistí číslo buňky, kde je materiál uložen.

Tímto způsobem manipulant či seřizovač ihned identifikuje požadovaný materiál v regálu a nemusí ve skladu hledat požadovaný svitek, či obcházet více svitků při snaze vyhledat nejstarší svitek.

#### **4.4.4 Návrh postupu odepisování materiálu ze systému**

Odepisování materiálu ze systému provede dispečer HV podle následujícího postupu:

- 1) Na základě identifikačního štítku a výdejky na materiál, který dispečer HV obdrží od seřizovače po ukončení výroby z daného materiálu, provede vyhledání šarže materiálu v tabulce evidence hutního materiálu.

- 2) Dispečer HV provede kontrolu hmotnosti spotřebovaného svitku s hmotností v tabulce a odepíše daný materiál z evidence hutního materiálu. V případě odběru části svitku upraví dispečer HV údaj v tabulce dle aktuálního stavu hmotnosti svitku.
- 3) Následně spotřebovaný materiál odepíše z ISSL. Při odepisování z ISSL má dispečer možnost jednoduché kontroly stavu materiálu v ISSL a fyzického stavu dle tabulky evidence hutního materiálu.

Tento postup eliminuje nesrovnalosti mezi stavem materiálu v ISSL a skutečným stavem materiálu ve skladu hutního materiálu.

#### 4.5 Význam optimalizačních opatření

Vliv jednotlivých optimalizačních opatření na skladování byl stanoven metodou porovnání v trojúhelníku páru. Navrhovaná optimalizační opatření hodnotili tři experti: autor práce, logistik ve firmě, vedoucí hromadné výroby.

Výpočet počtu kombinací párů každého experta:

$$N = \frac{m(m-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = 10 \quad (4.1)$$

m – počet kritérií

Obrázek 20 zobrazuje hodnocení optimalizačních opatření jednotlivými experty. Tabulka 16 obsahuje bodové shrnutí hodnocení jednotlivých expertů.

Autor práce	Logistik	Vedoucí HV
1 (1) 1 1 (2) 3 (4) (5) (2) (2) (2) 3 4 5 3 3 (4) (5) 4 (5)	1 (1) 1 (1) (2) 3 (4) (5) (2) (2) (2) 3 4 (5) 3 (3) (4) (5) 4 (5)	1 (1) (1) 1 (2) 3 (4) (5) (2) (2) (2) 3 4 (5) 3 3 (4) (5) (4) (5)

Obrázek 20: Hodnocení jednotlivými experty

Tabulka 16: Bodové hodnocení experty

Expert	Kritéria				
	1	2	3	4	5
1	1	4	0	2	3
2	1,5	3,5	0,5	2	2,5
3	1,5	3,5	0	2	3
$\Sigma$	4	11	0,5	6	7,5
$B_j$	1,3	3,6	0,2	2	2,5

Příklad výpočtu koeficientu významnosti:

$$B_j = \frac{\sum_1^p \gamma_{kj}}{p} = \frac{4}{3} = 1,3 \quad (4.2)$$

$B_j$  – koeficient významnosti j-tého kritéria

$p$  – počet expertů

$\gamma_{kj}$  – počet bodů přiřazených k-tým expertem j-tému kritériu

Na základě porovnání jednotlivých optimalizačních opatření za pomoci metody porovnání v trojúhelníku páru bylo stanoveno pořadí jednotlivých opatření takto:

- 1) Návrh, výroba, umístění nových regálů pro uskladnění hutního materiálu v přístřešku lisovny.
- 2) Aplikace navrhované tabulky pro evidenci hutního materiálu.
- 3) Zabezpečení skladu proti povětrnostním vlivům – změnit krytý sklad na sklad uzavřený.
- 4) Přesun materiálu z provizorního skladu do skladu v přístřešku.
- 5) Úprava profilu podlahy v přístřešku lisovny.

Význam optimalizačních opatření byl ověřován z důvodu zjištění názoru zainteresovaných pracovníků na provozu lisovna. Na základě dat získaných metodou porovnání v trojúhelníku páru bylo stanoveno výše uvedené pořadí optimalizačních opatření. Toto pořadí nelze realizovat v dané posloupnosti, protože předpokladem dokončení prvního bodu je realizace pátého bodu, tj. úprava profilu podlahy v přístřešku lisovny. Navrženými optimalizačními opatřeními jsme se snažili reagovat na zjištěné rezervy ve skladování hutního materiálu. Aplikace navrhovaných optimalizačních opatření

má potenciál směřující k úspoře finančních prostředků, zlepšení bezpečnosti práce s hutním materiálem a k celkové systematizaci procesu skladování hutního materiálu ve firmě ROSTRA s.r.o.

## 5 Očekávaný přínos navržených optimalizačních opatření

Implementací navržených optimalizačních opatření předpokládáme především úsporu manipulačních časů s materiálem. Očekáváme, že dojde ke snížení doby přípravy materiálu (jednoho svitku) do výroby z původních 11 minut na 6 minut. Předpokladem této změny je úprava profilu podlahy v přístřešku lisovny (optimalizační opatření č. 3), která vytvoří podmínky pro výstavbu nových regálů v přístřešku lisovny (optimalizační opatření č. 2) a aplikace navrhované tabulky pro evidenci hutního materiálu v elektronické podobě (optimalizační opatření č. 5). Časová úspora pěti minut vznikne eliminací vyhledávání materiálu a následného přeskládávání materiálu v přístřešku lisovny, neboť umístění materiálu bude možné jednoduše dohledat v tabulce v počítači a v regálech budou přehledně a systematicky uloženy svitky podle jejich rozměru. Při průměrném návozu 6 svitků za jednu směnu a dvousměnném provozu představuje tato změna skladování materiálu časovou úsporu 60 minut za den, respektive 1 260 minut za měsíc. Mzdové náklady na práci manipulanta činí 102,- Kč/hod. Při 1 260 minutách za měsíc se jedná o úsporu 2 142,- Kč.

Výpočet měsíční časové úspory:

$$U_{\check{M}} = U_{\check{C}} \times N_S \times s \times d = 5 \times 6 \times 2 \times 21 = 1\,260 \text{ min.} \quad (5.1)$$

Legenda ke vzorci 5.1:

$U_{\check{M}}$  – Měsíční časová úspora

$U_{\check{C}}$  – Časová úspora na přípravu jednoho svitku

$N_S$  – Počet návozu svitků za směnu

$s$  – Směnnost

$d$  – Počet dní v měsíci

Výpočet úspory měsíčních mzdových nákladů:

$$U_{MN} = U_{\check{M}} \times M_N = 1260 \times 102 = 2\,142 \text{ Kč} \quad (5.2)$$

Legenda ke vzorci 5.2:

$U_{MN}$  – Měsíční úspora mzdových nákladů manipulanta

$U_{\check{M}}$  – Měsíční časová úspora

$M_N$  – Mzdové náklady na práci manipulanta za hodinu



Do nových regálů v přístřešku lisovny bude možné přemístit materiál umístěný v provizorním skladu, a tím dojde ke zkrácení manipulační vzdálenosti s materiálem o 97 metrů (optimalizační opatření č. 1).

Po provedení stavebních úprav (optimalizační opatření č. 4) ve skladu přístřešku lisovny předpokládáme minimalizaci koroze uskladněného materiálu z důvodu vytvoření stabilních klimatických podmínek ve skladu. Odhadovaná úspora na skladovaném materiálu byla stanovena na 38 220,- Kč za rok 2014 (podrobněji kapitola 2.5.1).

Očekávaný přínos optimalizačních opatření zobrazuje Tabulka 17.

Tabulka 17: Očekávaný přínos optimalizačních opatření

	Optimalizační opatření	Očekávaný přínos optimalizačního opatření	Finanční přínos (Úspora za rok)
1.	Přesun materiálu z provizorního skladu do skladu v přístřešku.	Zkrácení manipulační vzdálenosti o 97 metrů. Úspora času při přípravě materiálu do výroby a úspora pohonných hmot.	
2.	Návrh, výroba, umístění nových regálů pro uskladnění hutního materiálu v přístřešku lisovny.	Zvýšení kapacity skladu. Zjednodušení manipulace s materiálem. Zlepšení přehlednosti skladovacích prostor.	2142 x 12 = 25 704,- Kč
3.	Úprava profilu podlahy v přístřešku lisovny.	Jednodušší a rychlejší ukládání materiálu do regálu. Zlepšení bezpečnosti práce při ukládání materiálu do regálu.	
4.	Zabezpečení skladu proti povětrnostním vlivům – změnit krytý sklad na sklad uzavřený.	Snížení rizika koroze materiálu. Možnost regulovat prostředí ve skladu (teplota, vlhkost vzduchu).	38 220,- Kč
5.	Aplikace navrhované tabulky pro evidenci hutního materiálu.	Zlepšení evidence hutního materiálu. Zpřesnění informací o stavu materiálu. Zjednodušení a zrychlení skladových operací: naskladňování, příprava pro výrobu nebo odepisování ze systému.	

V roční finanční úspoře není započítána úspora pohonných hmot, kterou nebylo možné vyčíslit.

Předpokládaná úspora za rok činí: 63 924,- Kč

Předpokládané náklady na optimalizační opatření: 700 000,- Kč. Tato částka představuje součet nákladů na pořízení nových regálů (355 000,- Kč) a náklady na stavební úpravy přístřešku lisovny (345 000,- Kč).

Orientační výpočet návratnosti investice:

$$N_I = \frac{N_P}{U_p} = \frac{700\,000}{63\,924} = 10,9 \text{ let} \quad (5.3)$$

Legenda ke vzorci 5.3:

$N_I$  – Návratnost investice

$N_P$  – Předpokládané náklady na optimalizační opatření

$U_p$  – Předpokládaná finanční úspora za rok

Předpokládané náklady na optimalizační opatření – stavební úpravy přístřešku lisovny nebylo možné přesně určit, protože jsou součástí souhrnných nákladů na výstavbu nových skladových prostor pro uskladnění hotových výrobků a úpravu přístřešku.

Plánovanou realizací optimalizačních opatření se získá předpokládaná finanční úspora za rok ve výši 63 924,- Kč, z čehož 25 704,- Kč činí úspora mzdových nákladů manipulanta a 38 220,- Kč představuje úsporu na skladovaném materiálu znehodnoceném korozí. Přínos optimalizačních opatření není pouze ve finanční úspoře, ale může přinést zlepšení organizace práce ve skladování hutního materiálu, zjednodušení skladových operací a objektivizace evidence hutního materiálu.

## **Závěr**

Diplomová práce se zabývala optimalizací skladování hutního materiálu ve firmě ROSTRA s.r.o. Na základě analýzy současného stavu byly zjištěny nedostatky v procesu skladování. Jednalo se o nedostatky: ztrátový čas při překonávání vzdálenosti 134 metrů z provizorního skladu do místa zpracování, chyby při vydávání materiálu do výroby z důvodu nedodržení barevného značení hutního materiálu v identifikačních štítcích, nesoulad údajů v informačním systému a fyzickém stavu hutního materiálu z důvodu chybného odepsání materiálu z informačního systému. Dalším zjištěným problémem byla nutnost dohledávat hutní materiál k výrobě na různých místech skladu, neboť nebylo dodrženo uskladnění jednoho typu materiálu na vyhrazeném místě a docházelo k uskladnění materiálu tam, kde bylo volné místo, což se dělo z důvodu nedostatečné prostorové kapacity. Pozorován byl ztrátový čas vznikající z důvodů nutnosti přeskládat materiál, aby mohl být použit k výrobě, protože byly na sebe nesystematicky stohovány materiály různých rozměrů. Stávající typ krytého skladu se dvěma stěnami se jevil jako nevyhovující pro skladování hutního materiálu, neboť docházelo ke znehodnocování svitků koroze z důvodů působení nepříznivých povětrnostních vlivů na materiál. Následně bylo navrženo pět optimalizačních opatření k eliminaci těchto nedostatků.

Optimalizační opatření se týkala: přesunu materiálu z provizorního skladu do skladu v přístřešku, návrhu nových regálů pro uskladnění hutního materiálu v přístřešku lisovny, oslovení potenciálních dodavatelů nových regálů, vyhodnocení obdržených nabídek na požadované regály, úpravy profilu podlahy v přístřešku lisovny, zabezpečení skladu proti povětrnostním vlivům a návrhu tabulky pro evidenci hutního materiálu.

Očekávaným přínosem optimalizačních opatření je zvýšení kapacity skladování, celkové zefektivnění systému skladování hutního materiálu, úspora ročních mzdových nákladů manipulanta činila 25 704,- Kč. Snížení nákladů spojených se skladováním lze předpokládat v souvislosti se změnou typu skladu z krytého skladu se dvěma stěnami na sklad uzavřený, aby nedocházelo ke korozi svitků a tedy finančním ztrátám, které byly odhadnuty ve výši 38 220,- Kč za rok.

## Seznam použité literatury

- [1] ŠAJDLEROVÁ, I. *Organizace a řízení výroby*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. 223 s. ISBN 978-80-248-2775-9
- [2] KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2012. 154 s. ISBN 978-80-7179-319-9
- [3] ZAPFEL, G., WASNER, M. Warehouse sequencing in the steel supply chain as a generalized job shop model. [online]. [vid. 2015-02-20]. In *International Journal of Production Economics*, 104 (2006) 482-501. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527304003536>
- [4] VANĚČEK, D. *Logistika*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2008. 178 s. ISBN 978-80-7394-085-0
- [5] FIFO (First In First Out). [online]. [vid. 2015-03-30]. *Management Mania*. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/first-in-first-out?al=cs>
- [6] GUNASEKARAN, A., CHOY, K. Industrial logistics systems: theory and applications. [online]. [vid. 2015-02-20]. In *International Journal of Production Research*, 50, 9 (2012). ISSN 2377-2379
- [7] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 240 s. ISBN 80-86851-38-9
- [8] MACUROVÁ, P., KLABUSAYOVÁ, N. *Logistický management: text a praktikum k vybraným problémům*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1999. 195 s. ISBN 80-7078-651-5
- [9] EMMETT, S. *Řízení zásob*. Brno: Computer Press, 2008. 298 s. ISBN 978-80-251-1828-3
- [10] HLAVENKA, B. *Manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 164 s. ISBN 978-80-214-3607-7

- [11] *ROSTRA* [online]. [vid. 2015-02-20]. Dostupné z:  
<http://www.rostra.cz/?page=o-nas/profil-spolecnosti>
- [12] VÁŇOVÁ, J. *ROSTRA – Instrukce jakosti 7.4/01*. 2014. [Nepublikovaný zdroj].
- [13] TOMEČEK, R. *ROSTRA – Instrukce jakosti 7.5/15*. 2014. [Nepublikovaný zdroj].
- [14] *Paletové regály*. [online]. [vid. 2015-02-20]. Dostupné z:  
<http://www.jungheinrich.cz/produkty/paletove-regaly/>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní model zásob [4] .....	16
Obrázek 2: Pojistná zásoba [4] .....	16
Obrázek 3: Klasifikace ABC [4] .....	19
Obrázek 4: Lisovací nástroj.....	24
Obrázek 5: Plechové výlisky .....	24
Obrázek 6: Kontrolní přípravek .....	24
Obrázek 7: Soustružené díly .....	25
Obrázek 8: Přístřešek lisovny.....	25
Obrázek 9: Schéma haly lisovny a skladovacích prostor .....	26
Obrázek 10: Identifikační štítky materiálu .....	27
Obrázek 11: Chybný identifikační štítek materiálu.....	28
Obrázek 12: Materiálové transakce v ISSL.....	30
Obrázek 13: Schéma skladových míst .....	34
Obrázek 14: Uskladnění hutního materiálu.....	35
Obrázek 15: Koroze materiálu .....	35
Obrázek 16: Schéma umístění regálů v přístřešku lisovny .....	42
Obrázek 17: Ukládací výšky regálů .....	43
Obrázek 18: Profil podlahy v přístřešku .....	44
Obrázek 19: Manipulační kříž na svitky .....	46
Obrázek 20: Hodnocení jednotlivými experty .....	49

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnocení kritérií jednotlivými experty .....	21
Tabulka 2: Bodové hodnocení kritérií.....	22
Tabulka 3: Vývoj produkce lisovaných dílů .....	23
Tabulka 4: Manipulační vzdálenosti při navážení materiálu do výroby .....	26
Tabulka 5: Odpovědnost za jednotlivé úkony v procesu skladování .....	31
Tabulka 6: Kritéria dělení materiálů do skupin.....	32
Tabulka 7: Rozdělení materiálu do skupin A, B a C.....	32
Tabulka 8: Obrátka zásob.....	33
Tabulka 9: Problémy a jejich dopady při skladování hutního materiálu.....	37
Tabulka 10: Rozmezí průměru svitku .....	39
Tabulka 11: Rozmezí hmotností svitků.....	40
Tabulka 12: Rozmezí šířky svitků.....	41
Tabulka 13: Parametry regálů .....	42
Tabulka 14: Cenové porovnání nabídek B a C .....	43
Tabulka 15: Manipulační vzdálenost ze skladu materiálu do výroby .....	45
Tabulka 16: Bodové hodnocení experty.....	50
Tabulka 17: Očekávaný přínos optimalizačních opatření .....	53

## Seznam grafů

Graf 1: Vývoj produkce lisovaných dílů .....	23
Graf 2: ABC analýza .....	33
Graf 3: Počet svitků v závislosti na průměru svitků.....	39
Graf 4: Počet svitků v závislosti na hmotnosti svitku .....	40
Graf 5: Počet svitků v závislosti na šířce svitku.....	41



## **Seznam příloh**

Příloha A – Layout Výrobních a skladovacích prostor.

Příloha B – Inventura hutního materiálu dne 5. 12. 2014.

Příloha C – Porovnání nabídek regálů na svitky.

Příloha D – Návrh tabulky evidence hutního materiálu.



Příloha B – Inventura hutního materiálu dne 5. 12. 2014

Přístřešek lisovny					
	Číslo v ISSL	Jakost materiálu	Rozměr [mm]	Hmotnost [kg]	Zaskladňovací místo
1	113-HC380LA00150284	HC380LA	1,5x284	12805	L 1
2	113-DC0100120310	DC01	1,2x310	3246	L 2
3	113-DC0100150255	DC01	1,5x255	3380	L 3
4	113-DC0100120410	DC01	1,2x410	2048	L 4
5	113-HC380LA00150185	HC380LA	1,5x185	2368	L 4
6	113-HC380LA00150105	HC380LA	1,5x105	750	L 5
7	113-S355MC00300228	S355MC	3x228	1430	L 5
8	113-S420MC00200270	S420MC	2x270	3594	L 5
9	113-DC0400120500	DC04	1,2x500	10514	L 5
10	113-DC0400120295	DC04	1,2x295	1056	L 5
11	113-S420MC00200412	S420MC	2x412	2655	L 7
12	113-HC340XD001500578	HC340XD+Z100	1,5x578	13314	L 8
13	113-S550MC00300070	S550MC	3x70	2811	L 9
14	113-S420MC00300080	S420MC	3x80	534	L 9
15	113-S420MC00400107-Z	S420MC	4x107	416	L 9
16	113-HX340LAD00150146	HX340LAD+Z100	1,5x146	4793	L 9
17	113-S550MC00300500	S550MC	3x500	9982	L 10
18	113-DC01001000397	DC01	1x39,7	515	L 10
19	113-S420MC00200150	S420MC	2x150	2784	L 11
20	113-DC0400080760590	DC04	0,8x590x760	2832	L 12
21	113-S420MC00300110	S420MC	3x110	1800	L 13
22	113-S420MC002001113320	S420MC	2x111,3x320	800	L 13
23	113-S550MC00300140	S550MC	3x140	1283	L 13
24	113-D0COL800DP00200200	D0COL800DP	2x200	1173	L 14
25	113-S420MC00200223	S420MC	2x223	2058	L 14
26	113-DC04000605721012	DC04	0,6x540x980	2318	L 14
27	113-S420MC00300080	S420MC	3x80	534	L 14
28	113-DC0400120510	DC04	1,2x510	4863	L 14
29	113-HC340LA00080400	HC340LA	0,8x400	2600	L 14
30			1,5x190	1312	L 15
31			1,2x185	328	L 15
32			3x228	1430	L 15
33			2,5x135	1546	L 15
34			2,5x80	937	L 15
35			0,4x95	548	L 15
36			2x90	3500	L 15
37	113-DC0400150200	DC04	1,5x200	1530	L 17
38	113-S420MC00250490-Z	S420MC	2,5x490	5124	L 19
39	113-S420MC00200450	S420MC	2x450	3566	L 20
40	113-S420MC00300380	S420MC	3x380	5046	L 21
41	113-S420MC00200430	S420MC	2x430	4135	L 21

42	113-S420MC00300374	S420MC	3x374	4722	<b>L 22</b>
43	113-S420MC00400302	S420MC	4x302	2384	<b>L 23</b>
44	113-S420MC00400090	S420MC	4x90	599	<b>L 24</b>
45	113-DC0100300060	DC01	3x60	1915	<b>L 26</b>
<b>Provizorní sklad</b>					
46	143-ENAW5754H11100250065	AW 5754	2,5x65	558	<b>A</b>
47	143-ENAW5754H11100250085	AW 5755	2,5x85	843	<b>A</b>
48	143-ENAW5754H2200300070	AW 5756	3,0x70	516	<b>A</b>
49	143-ENAW5754H2200300045	AW 5757	3,0x45	446	<b>A</b>
50	143-ENAW5754H2200300065	AW 5758	3,0x65	50	<b>A</b>
51	143-ENAW5754H2200300130	AW 5759	3,0x130	152	<b>A</b>
52	143-ENAW5754H2200300080	AW 5760	3,0x80	512	<b>A</b>
53	143-ENAW5754H2200300090	AW 5761	3,0x90	459	<b>A</b>
54	143-ENAW5754H2200300120	AW 5762	3,0x120	286	<b>A</b>
55	143-ENAW5754H11100150300	AW 5763	1,5x300	1087	<b>A</b>
56	143-ENAW5754H11100150350	AW 5764	1,5x350	751	<b>A</b>
57	143-ENAW5754H11100150135	AW 5765	1,5x135	1529	<b>A</b>
58	143-ENAW5754H11100200235	AW 5766	2,0x235	303	<b>A</b>
59	143-ENAW5754H11100350390	AW 5767	3,5x390	3789	<b>A</b>
60	143-ENAW5754H11100400340	AW 5768	4,0x340	1984	<b>A</b>
61	143-ENAW5754H11100150225	AW 5769	1,5x225	1706	<b>A</b>
62	143-ENAW5754H11100350295	AW 5770	3,5x295	2484	<b>A</b>
63	143-ENAW5754H11100300142	AW 5771	3,0x142	693	<b>A</b>

Příloha C – Porovnání nabídek regálů na svítky

Hodnoticí kr.	Zadávací kritéria	Firma					
		A		B		C	
		Regál 1	Regál 2	Regál 1	Regál 2	Regál 1	Regál 2
Šířka buňky [mm]	1500	1825	2700	1500	1300	1500	1300
Délka regálu [mm]	35 500	35141	45250	35300	44900	neuveveno	neuveveno
Nosnost jedné buňky [kg]	2500	2500	3600	2500	2500	2500	2500
Hloubka rámu [mm]	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Výška rámu [mm]	6200	5500	5500	6000	5300	5885	5255
Výška ukládacích úrovní [mm]	Dle zadání, obr. 14	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
Cena bez DPH [Kč]		277 766		355 000		319 700	
Legenda:		Vyhovuje zadání					
		Nevyhovuje zadání					

Příloha D – Návrh tabulky evidence hutního materiálu.

Tabulka evidence hutního materiálu

Číslo materiálu v ISSL ▾	Rozměr [mm] ▾	Šarže ▾	Hmotnost [kg] ▾	Datum naskladnění ▾	Číslo buňky ▾
113-HC380LA00150284	1,5x284	8525	880	9.9.2014	2B
113-HC380LA00150284	1,5x284	8525	1130	9.9.2014	2C
113-HC380LA00150284	1,5x284	8315	890	25.9.2014	5B
113-HC380LA00150284	1,5x284	8315	1150	25.9.2014	5C
113-HC380LA00150284	1,5x284	8315	1115	25.9.2014	5D
113-HC380LA00150284	1,5x284	8315	895	25.9.2014	6B
113-S420MC00200430	2x430	9511	900	9.9.2014	1A
113-S420MC00200430	2x430	9511	900	9.9.2014	1B
113-S420MC00200430	2x430	9511	900	9.9.2014	2A
113-S420MC00200430	2x430	9813	900	25.9.2014	5A
113-S420MC00200430	2x430	9813	900	25.9.2014	6A